



АГРАРНАЯ НАУКА – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ СНГ и BRICS

Сборник научных докладов
XXVIII Международного научно-практического форума,
посвященного памяти академика РАН А.С. Донченко
Краснообск, 26 февраля 2026 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирское отделение Российской академии наук
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Исполнительный комитет Содружества Независимых Государств
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий
Межрегиональная ассоциация экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации
«Сибирское соглашение»
Национальная академия наук Беларуси
Монгольская академия аграрных наук
Национальная академия наук Кыргызской Республики
Таджикская академия сельскохозяйственных наук
Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан
Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина
Монгольский государственный университет наук о жизни
Таджикский аграрный университет им. Шириншох Шотемур

АГРАРНАЯ НАУКА – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ СНГ и BRICS

**Сборник научных докладов XXVIII Международного научно-практического
форума, посвященного памяти академика РАН А.С. Донченко
Краснообск, 26 февраля 2026 г.**

При поддержке Исполнительного комитета СНГ



2026

Аграрная наука – сельскохозяйственному производству СНГ и BRICS: сб. науч. докл. XXVIII Междунар. науч.-практ. форума, посвящ. памяти акад. РАН А.С. Донченко (Краснообск, 26 февраля 2026 г.) [Электронное издание] / М-во науки и высш. образования Российской Федерации, Сиб. отд-ние Рос. акад. наук, Сиб. фед. науч. центр агробиотехнологий Рос. акад. наук, Исполнительный комитет Содружества Независимых Государств, Сиб. гос. ун-т инженерии и биотехнологий, Межрегион. ассоциация эконом. взаимодействия субъектов Российской Федерации «Сибирское соглашение», Нац. акад. наук Беларуси, Монгольская акад. аграр. наук, Нац. акад. наук Кыргызской Республики, Таджикская акад. с.-х. наук, Нац. акад. наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан, Кыргызский нац. аграр. ун-т им. К.И. Скрябина, Монгольский гос. ун-т наук о жизни, Таджикский аграр. ун-т им. Шириншох Шотемур; под науч. ред. чл.-корр. РАО, проф. РАН, д-ра биол. наук К.С. Голохваста, канд. техн. наук Д.В. Шаповалова. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2026. – 1280 с.

Редакционная коллегия

Абдрахматов К.Е., президент НАН Кыргызской Республики, чл.-корр. НАН КР; **Азаренко В.В.**, академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси, чл.-корр. НАН Беларуси; **Альт В.В.**, руководитель Сибирского физико-технического института аграрных проблем СФНЦА РАН, акад. РАН; **Багиров В.А.**, директор Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, чл.-корр. РАН; **Бакей А.**, президент Монгольской академии аграрных наук, акад. MAS; **Баасансух Б.**, ректор Монгольского государственного университета наук о жизни, канд. экон. наук; **Гантулга Г.**, главный ученый секретарь Монгольской академии аграрных наук, канд. техн. наук; **Гусельников Г.Г.**, председатель Исполнительного комитета Межрегиональной ассоциации экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации «Сибирское соглашение»; **Донченко А.С.**, руководитель Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН, сопредседатель Научного совета по аграрным проблемам НАН Беларуси в рамках работы Международной ассоциации академий наук (МАН), акад. РАН; **Иванов Н.М.**, руководитель Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН, чл.-корр. РАН; **Казакевич П.П.**, заместитель председателя Президиума НАН Беларуси, сопредседатель Научного совета по аграрным проблемам НАН Беларуси в рамках работы Международной ассоциации академий наук (МАН), чл.-корр. НАН Беларуси; **Кашеваров Н.И.**, заместитель председателя СО РАН, председатель Объединенного ученого совета СО РАН по сельскохозяйственным наукам, руководитель научного направления Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН, акад. РАН; **Куришбаев А.К.**, президент Правления НАН Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан, проф., д-р с.-х. наук; **Махмадёрзод У.М.**, ректор Таджикского аграрного университета им. Шириншох Шотемур, проф., д-р с.-х. наук; **Нургазиев Р.З.**, ректор Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, иностранный член РАН, акад. НАН КР; **Пармон В.Н.**, вице-президент РАН, председатель Сибирского отделения РАН, акад. РАН; **Рудой Е.В.**, ректор Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий, чл.-корр. РАН; **Салимзод А.Ф.**, президент Таджикской академии сельскохозяйственных наук, акад. ТАСХН; **Солошенко В.А.**, руководитель научного направления Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства СФНЦА РАН, акад. РАН

Ответственный секретарь МНПФ, ответственный за выпуск: Д.В. Шаповалов, канд. техн. наук

ISBN 978-5-6055344-2-6

В сборнике представлены результаты исследований ученых-агроведов России, Кыргызстана, Казахстана, Белоруссии, Монголии и др. по основным направлениям: земледелие, растениеводство и кормопроизводство; защита растений; экология и охрана природных ресурсов; экономика и земельные отношения; зоотехния и биотехнологии; ветеринарная медицина; механизация, электрификация и автоматизация; переработка и хранение сельскохозяйственной продукции; информационные технологии в агроиндустрии.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 63:001.891:061(063)(100)

ББК 4е(0)я431

ISBN 978-5-6055344-2-6

© СФНЦА РАН, 2026



ДОНЧЕНКО

Александр Семенович

(25.06.1939–30.11.2025)

заслуженный деятель науки РФ, почетный работник
высшего профессионального образования РФ,
лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники,
академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор,
иностраный член Монгольской академии аграрных наук,
почетный работник науки Монголии.
С 2004 по 2014 г. вице-президент Россельхозакадемии,
председатель Президиума СО Россельхозакадемии,
с 2004 по 2025 г. главный редактор журнала
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»,
с 1998 г. сооснователь форума

Секция 1

РАСТЕНИЕВОДСТВО, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

<https://doi.org/10.26898/2026-1>
УДК 635.64:631.52

ОЦЕНКА СОРТОВ ТОМАТА ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСАЦИИ

Авдеенко Л.М.¹, н.с.,
Макаренко Д.С.¹, лаборант-исследователь,
Давыдова Н.В.², канд. с.-х. наук, руководитель аналитической лаборатории,
Авдеенко К.В.², агроном

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал
Института цитологии и генетики СО РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: ms.Luda1976@mail.ru

Аннотация. В статье представлен новый подход в изучении сортов томата при возделывании в условиях Сибири. Материалом исследования послужили 30 сортов, в том числе 27 - сибирской селекции и 3 - зарубежной. Выделены 10 образцов, которые наиболее отличились по показателям для промышленного, частного производства и селекционной работы по комплексу хозяйственно ценных признаков на основе суммарного индекса.

Ключевые слова: оценка, сорт, томат, индексация, хозяйственно ценные признаки, биохимические показатели

Введение. Любая оценка определенного набора образцов овощных культур, считается сложной и трудоемкой задачей, в том числе томата. Таким образом, проводимые мероприятия по подбору родительских форм и оценки исходного материала, сочетающих в себе хозяйственно ценные признаки плодов и использование их в селекции для создания высокоурожайных и высококачественных сортов, является актуальным. Удачный подбор родительских форм с разнообразным сочетанием показателей определяет гарантию успеха селекционной работы. Набор образцов растений для гибридизации должен быть насыщен признаками, соответствующими целям селекционных работ. Кроме высокой урожайности и внешнего вида плодов, еще одним из обязательных и основных направлений в селекции томата, является селекция на высокие вкусовые качества и улучшенный биохимический состав. При этом урожайность служит основным показателем экономической целесообразности при выращивании любой культуры, а содержание сухих веществ, сахаров, кислот, витамина С и каротина являются одними из основных показателей качества плодов томата.

Цели исследований – провести сравнительную комплексную оценку сортов томата на основе индексации по совокупности основных признаков и выделить наилучшие для дальнейшей селекционной работы.

Материалы и методы. Изучение томатов проводили в 2017-2021 гг. на опытном поле в пригороде Новосибирска. Объектом исследования служили 30 сортов томата, разных групп спелости. Все агротехнические мероприятия проводились согласно методическим рекомендациям, принятым для условий Сибирского региона. В период вегетации растений проводили фенологические наблюдения, морфологическое описание, учеты урожайности, фитопатологический и энтомологические учеты растений, которые выполняли по общепринятым методикам [1, 2]. Опыты закладывали с рендомизированным размещением делянок, в 4-кратной повторности. Почва – чернозем выщелоченный. Предшественник – черный пар. Возделывание томата в условиях Сибири при определенных агротехнических приемах возможно только через рассаду. Уборку урожая проводили в два этапа.

Оценку сортов на биохимический анализ плодов проводили в аналитической лаборатории СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН в фазе биологической спелости, непосредственно в день уборки урожая. Содержание сухого вещества определяли гравиметрическим методом. Разницу между массами до и после высушивания использовали для расчета содержания сухого вещества. Аскорбиновую кислоту определяли титрованием краской Тильманса. Содержание сахаров определяли по Бертрану. Общую кислотность определяли титрованием 10 мл экстракта, раствором 0,1 н. щелочи в присутствии фенолфталеина. Каротиноиды были выделены с использованием петролейного эфира, и их абсорбция была измерена на спектрофотометре SOLAR PB 2201. Сахарно-кислотный индекс рассчитывали отношением сахара к кислоте [3]. Дегустационную оценку проводили в период массового плодоношения в фазе полной биологической спелости, по 5-балльной шкале. Комплексная оценка сортов томата по суммарному индексу признаков, представляет собой метод селекционного отбора, объединяющий хозяйственно ценные признаки в единый показатель, которые превращаются в численные индексы (баллы), чтобы математически и объективно сравнить множество образцов и выделить лучшие из них для создания новых сортов, учитывая их потенциал в разных условиях произрастания [4, 5]. Данный метод оптимизирует процесс сортоизучения, позволяет объективно выделить лучшие образцы коллекции. Вычисляли отношение измеренной величины каждого параметра к средней арифметической величине данного параметра этой овощной культуры. Затем вычисляли отношение суммы параметров, влияющих положительно на общую оценку качества овощной культуры к отношению суммы параметров, влияющих отрицательно на общую оценку качества. Суть методики состоит в проведении индексации признаков и вычисление суммарных индексов, при помощи которых оценивали образцы томатов. Индекс характеризует сорт по нескольким хозяйственно ценным признакам, на пример вкус оценивается в баллах от 1 до 5 в зависимости от степени его выраженности; масса плодов в кг, урожайность в кг/м², аскорбиновая кислота в мг/100 г, сахара, сухое вещество, каротин и кислотность в %. Методические указания по изучению коллекций томатов (*Solanum lycopersicum*) включают комплексное изучение морфологических, хозяйственно ценных и биологических признаков, оценку устойчивости к болезням и стрессам, а также генетические исследования, базирующиеся на трудах ряда ученых [6–9].

Суммарные индексы вычисляли по формуле

$$I_1 = \frac{ix + ix_1 + ix_2 + iy + iak + isv + ik + isk}{ix_3}$$

где I_1 – суммарный индекс, содержащий признаки, характеризующие сорт по всем показателям;

ix, ix_1 и ix_2 – частные индексы общей, ранней и товарной урожайности;

iy – частный индекс вкусовых достоинств плода;

iak – частный индекс аскорбиновой кислоты в плодах томатов;

isv – частный индекс сухого вещества в плодах томатов;

ik – частный индекс каротина в плодах томатов;

isk – частный индекс сахарно-кислого индекса в плодах томатов;

ix₃ – частный индекс доли нетоварной продукции (плоды, поврежденные от солнечного ожога, насекомых, птиц, грызунов, а также мелкие и треснутые).

Суммарные индексы сортов томата (2017-2021 гг.)

Наименование сорта	Урожайности плодов				Биохимических показателей				Вкусовых качеств	Общий бал
	Общей	Ранней (I сбор)	Товарных плодов (II сбор)	Нетоварных плодов	Сухого вещества	Аскорбиновой кислоты	Каротина	Сахарно-кислотного индекса		
Олеся	1,07	1,05	1,11	0,50	1,12	1,26	2,10	1,72	1,13	21,1 (1)*
Шахтер	1,16	0,93	1,35	0,50	1,29	1,15	1,90	1,38	1,13	20,6 (2)
Флажок	1,03	1,30	0,86	0,50	1,15	1,15	1,45	1,21	1,13	18,6 (3)
Шалун	1,03	1,19	0,93	0,50	1,27	1,07	1,15	1,38	1,13	18,5 (4)
Боец	0,99	1,21	0,86	0,50	1,06	1,15	1,45	1,21	1,13	18,2 (5)
Семеновна	0,96	1,16	0,85	0,50	1,06	1,17	1,30	1,21	1,13	18,1 (6)
Вельможа	1,42	1,60	1,32	0,67	0,96	1,27	1,28	1,38	1,13	17,7 (7)
Киви	1,34	0,74	1,58	0,50	1,00	1,35	0,25	1,55	1,13	17,3 (8)
Невеста	1,28	0,74	1,68	0,50	1,00	1,18	0,25	1,38	1,13	15,5 (9)
Канопус	1,03	1,05	1,03	0,67	1,15	1,22	1,35	1,21	1,13	13,7 (10)
Филиппок	0,57	0,67	0,51	0,50	1,13	0,94	1,00	0,69	0,9	12,8 (11)
Владыка	1,31	1,16	1,42	0,83	0,83	1,03	1,15	1,38	1,13	11,3 (12)
Акварель	0,88	1,09	0,82	0,67	1,00	0,78	1,20	0,69	0,9	11,0 (13)
Невеличка	0,76	0,90	0,66	0,67	1,04	1,02	0,91	0,86	0,9	10,5 (14)
Буян	0,91	0,75	1,03	0,67	0,86	0,80	0,78	0,69	1,13	10,4 (15)
Кубышка	0,70	0,86	0,59	0,50	1,00	0,79	1,20	0,86	0,9	10,3 (16)
Андреевский сюрприз	1,23	1,36	1,13	1,00	0,81	1,00	1,20	0,86	0,9	8,5 (17)
Метелица	1,00	1,07	0,96	1,00	1,04	1,02	1,20	1,03	0,9	8,2 (18)
Перцевидный малиновый	0,96	1,09	0,88	1,00	1,00	0,80	0,98	0,86	1,13	7,7 (19)
Анита	0,92	0,85	0,98	1,00	1,00	0,94	1,20	0,86	0,9	7,6 (20)
Данко	1,00	0,96	1,02	1,00	0,81	0,96	1,20	0,69	0,9	7,5 (21)
Исток	0,86	0,75	0,94	1,00	0,98	0,94	1,20	0,69	0,9	7,4 (22)
Лорд	0,95	0,86	0,98	1,01	1,04	0,91	0,95	0,69	0,9	7,3 (23)
Канары	0,92	0,77	1,01	1,17	0,98	0,90	1,10	0,86	0,9	6,7 (24)
Обской	0,93	0,87	0,95	1,50	0,86	0,80	1,10	0,86	0,9	4,9 (25)
Пончик	0,96	1,02	0,91	1,50	0,69	1,03	0,78	0,52	0,9	4,6 (26)
Элегант	0,95	0,99	0,91	2,00	0,91	1,26	1,13	1,03	0,9	4,0 (27)
Снежана	0,94	0,98	0,89	1,83	0,92	0,89	1,13	0,52	0,9	3,9 (28)
Цветана	0,92	0,96	0,87	2,00	1,04	1,02	1,13	0,86	0,9	3,8 (29)
Памяти Губко	0,95	0,90	0,96	2,33	0,96	0,93	1,13	1,03	0,9	3,5 (30)

*(1–30) – место, занимаемое сортом томата в ранжированном ряду.

Расчеты суммарных индексов построено на отношении суммы всех частных индексов-факторов, положительно повлиявшие на формирование, рост и развитие плодов (товарной продукции) к сумме частных индексов, которые отрицательно влияют. В качестве факторов, положительно влияющих на формирование продукции, используется общая, ранняя, товарная урожайность, вкусовые качества и биохимические основные показатели (сухое вещество, аскорбиновая кислота, каротин, сахар, кислота). К отрицательному фактору относится нетоварная продукция (больные, треснутые, гнилые, поврежденные насекомыми, птицами, животными, недоразвитые, несозревшие мелкие и пострадавшие от солнечного

ожога плоды). Статистическая обработка данных по всем видам показателей проведена методом дисперсионного анализа с помощью программы «Snedecor V.6», «Excel V.7». Достоверность полученных результатов оценивали статистическим методом по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием Excel [10].

Результаты исследований. По данной методике в течение пяти лет нами изучена коллекция 30 сортов томатов, и проведена сравнительная оценка на основе индексации признаков, в годы с различными условиями, влияющими на формирование урожая, биохимический состав и вкусовые качества. Максимальную урожайность (4,72–6,52 кг/м²) сформировали Вельможа, Киви и Невеста. Все выделенные сорта имеют высокие биохимические показатели (4,0-6,2 баллов), вкусовые качества, что подтверждено дегустационной оценкой 5 баллов. Самыми вкусными и сладкими оказались сорта Олеся и Киви с содержанием сахаров 5,3 и 5,0% соответственно. Выделенные в результате исследований наиболее высокопродуктивные сорта представляют интерес как для селекционеров, так и для производителей и овощеводов-любителей.

Выводы

1. По итогам комплексной оценки томата выделены 10 сортов, имеющих наивысшие показатели и представляющих особый интерес для селекционеров, производителей и частных лиц.
2. Лучшие из выделенных сортов различного географического происхождения будут привлекаться в качестве исходного материала в дальнейшей селекционной работе.

Список литературы

1. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. - Россельхозакадемия, 2011. - 649 с.
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - М., 2015. - Вып. 4: Картофель, овощные и бахчевые культуры. - 61 с.
3. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. и др. Методы биохимического исследования растений. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Л.: Агропромиздат; Колос, 1972. - 456 с.
4. Пат. № 2739219. Способ определения индексов для оценки качества овощной культуры / Алилуев А.В., Авдеенко Л.М., Штайнерт Т.В.; дата начала срока действия патента: 15.02.19; опубл. 22.12.20, Бюл. № 36.
5. Кошникович В.И., Витченко Э.Ф., Щербинин А.Г., Тютнева Т.В. Разработка методики комплексной оценки сортов на основе индексации признаков // Селекция, семеноводство, агротехника овощных культур: сб. науч. тр. Россельхозакадемии: Сиб. отд-ние. - Новосибирск, 1991. - С. 21-27.
6. Ахмедова П.М., Велижанов Н.М. Оценка коллекционного материала сортов томата в условиях Дагестана в целях выделения наиболее перспективных форм для селекции томата // Овощи России. - 2021. - № 36.- С. 46-50.
7. Ахмедова П.М. Изучение селекционных форм томата по комплексу биологических и хозяйственных признаков // Аграрный научный журнал. - 2022. - № 12. - С. 10-14.
8. Енгальчев М.Р., Джос Е.А., Матюкина А.А., Вербя О.В., Демиденко Е.В., Соснов В.С., Рубцов А.А. Селекция томата для открытого грунта юга России // Овощи России. - 2024. - № 2 (76). - С. 5-11.
9. Пугачева И.Г., Французёнок А.В., Баева И.Е., Бабак О.Г., Кильчевский А.В. Практическое использование эффекта гетерозиса по признакам урожайности и биохимического состава плодов томата в открытом грунте // Овощи России. - 2024. - № 5. - С. 18-25.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЧУМИЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Асташова Т.В., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Бабушкин Д.Д., н.с.

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт
сорго и кукурузы, Саратов, Россия
e-mail: rodina008@mail.ru

Аннотация. Чумиза, благодаря своей засухоустойчивости, представляет большой интерес для кормопроизводства в южных регионах нашей страны. Отличается высокой урожайностью, что делает ее эффективным источником зеленой массы. В статье представлены результаты эффективности применения чумизы при двух укосном режиме использования биомассы в засушливых условиях Нижнего Поволжья, так ГТК за вегетационный период 2025 г. составил 0,61, что относит регион к зоне сухого земледелия. Изучены особенности роста, развития и формирования урожая зеленой массы на примере различных образцов чумизы при ширококормном способе посева. Наибольший общий сбор биомассы за 2 укоса установлен у образца к-1464 и линии О-3 и составил 21,5 и 19,8 т/га соответственно.

Ключевые слова: чумиза, укосы, отрастание, облиственность, урожайность биомассы

Введение. В системе кормопроизводства наиболее сложной являются проблемы поступления зеленого корма. В основе ее решения лежит сочетание многолетних и однолетних культур. Возделывание однолетних культур в системе зеленого конвейера дает возможность получать корм в тот период, когда другие источники его поступления отсутствуют [1]. На сегодняшний день по запасам травяных видов сенокосы и пастбища недостаточно удовлетворяют необходимые потребности в кормах, особенно во второй половине лета. Дефицит кормов в этот период должен покрываться за счет выращивания специальных видов культур в кормовых севооборотах [2].

Чумиза – культура семейства злаковых (*Setaria italica* L.) возделывается с целью получения зеленого корма и зерна. Эта культура отличается высокой урожайностью и простотой в выращивании, что делает ее эффективным источником зеленой массы. Стоит также отметить, что среди однолетних кормовых культур чумиза отличается чрезвычайно высокой засухоустойчивостью и способностью давать сравнительно высокий урожай в условиях аридизации климата. В производстве следует учитывать ее достоинства и использовать для заготовки сена, силоса, сенажа, зеленого корма, зерна. Хорошие урожайные и кормовые качества чумизы свидетельствуют о целесообразности внедрения ее в сельскохозяйственных предприятиях в различных регионах РФ [3, 4].

Правильно выбранное время скашивания играет решающую роль в достижении максимального урожая и его равномерном распределении. Срок основного укоса напрямую влияет на объем собранного урожая, способность растений к быстрому восстановлению, формирование второго урожая (отавы) и общую эффективность производства. Таким образом, оптимизация сроков скашивания чумизы позволяет не только увеличить ее урожайность, но и обеспечить бесперебойное снабжение кормами [5, 6].

Целью наших исследований являлась оценка пригодности чумизы к способности обеспечения хорошего отрастания отавы под последующий урожай зеленой массы.

Материал и методика. Объектами исследований являлись сорта и сортообразцы чумизы: Афродита, Янтарная, линия О-3, к-1534, к-1535, к-982, к-1464, к-1460, к-1107, к-1215.

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Климат зоны характеризуется как резко-континентальный, засушливый. ГТК за вегетационный период 2025 г. составил 0,61, что относит регион к зоне сухого земледелия. Отчетный период характеризовался недостаточной влагообеспеченностью и пониженными температурами воздуха в июне-июле (рис. 1). Почва опытного поля представлена слабовыщелоченным южным черноземом, с содержанием гумуса в пахотном слое 3,5-3,9%.

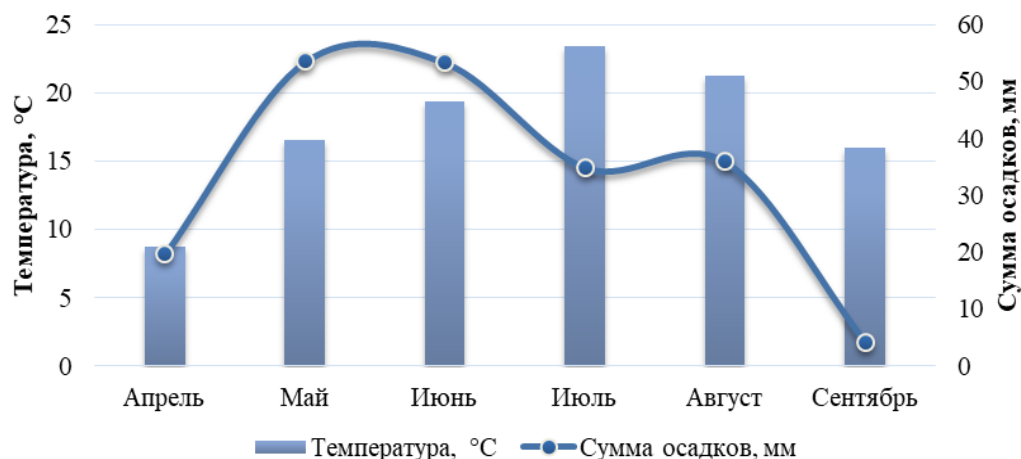


Рис. 1. Погодные условия вегетационного периода 2025 г.

Посев провели на глубину 4-6 см в оптимальный для зоны выращивания срок – III декада мая (25.05.2025 г.). Густота стояния растений – 1,00 млн шт./га. Способ посева широкорядный (междурядья 70 см), так как было запланировано установить способность различных образцов чумизы к отрастанию, в дальнейшем опыт планируется закладывать рядовым способом с целью получения наибольшего урожая биомассы. Укосы проводили в фазу выметывания метелок с определением элементов продуктивности биомассы (измерялась высота растений, общая кустистость, облиственность, урожайность).

Закладку и проведение наблюдений в опыте выполняли в соответствии с общепринятыми методиками [7, 8]. Дисперсионный анализ полученных результатов исследований обработан с помощью программного обеспечения «Agros» версии 2.09.

Результаты исследований. На сено чумизу необходимо убирать в начале выбрасывания метелок, а на зеленый корм на 1-2 недели раньше. Скашивать ее нужно на высоте не ниже 8-10 см, чтобы обеспечить хорошее отрастание отавы под последующий укос зеленой массы. В наших исследованиях при скашивании надземной биомассы на высоте 5-6 см чумиза отрастает очень плохо, а у некоторых образцов при таком низком срезе не выявлена способность к отрастанию надземной биомассы.

Первый укос провели в фазу начала выметывания – 18 июля, через 53 дня после всходов чумизы, второй укос – 29 августа через 42 дня после 1-го укоса также в фазу выметывания. Отрастаемость после скашивания хорошая, растения в опыте довольно выровнены по высоте. На рис. 2 представлен учет хозяйственно ценных признаков чумизы при первом укосе.



Рис. 2. Учет хозяйственно ценных признаков чумизы (1-й укос), взвешивание:
а - учетного снопа; б - листьев; в - общий вид: стебли и листья

Результаты морфометрических измерений чумизы в условиях 2025 года представлены в табл. 1, которые осуществлялись в период проведения скашивания надземной биомассы. Облиственность растений в 1-м укосе варьировала от 32,2 до 40,8%, во 2-м укосе облиственность увеличилась и изменялась от 40,8 до 45,6%. Сорт чумизы Янтарная и линия О-3 за первый укос обеспечили урожай зеленой массы 15,5 и 14,6 т/га соответственно, однако за второй укос у сорта Янтарная показатели урожайности заметно ниже других образцов. В связи с невысокой урожайностью чумизы, второй укос рекомендуем проводить стравливанием сельскохозяйственным животным, либо в фазу полной спелости убрать на зерно. Наибольший общий сбор биомассы за 2 укоса установлен у образца к-1464 и линии О-3, где составил 21,5 и 19,8 т/га.

Таблица 1

Морфометрические показатели и урожайность зеленой массы чумизы за два укоса

№ по каталогу ВИР	1-й укос			2-й укос			В сумме за два укоса, т/га
	высота растений, см	облиственность, %	урожайность, т/га	высота растений, см	облиственность, %	урожайность, т/га	
Афродита	104,2	39,5	13,0	89,7	44,6	4,6	17,6
Янтарная	90,2	34,0	15,5	66,4	39,8	2,0	17,5
Линия О 3	100,8	39,9	14,6	85,6	45,6	5,2	19,8
к-1534	92,2	32,2	10,5	68,2	42,5	4,0	14,5
к-1535	88,6	35,2	10,2	60,2	40,5	2,8	13,0
к-982	94,4	33,2	9,4	73,6	41,2	5,4	14,8
к-1464	101,4	40,8	11,9	86,8	45,0	9,6	21,5
к-1460	95,3	39,5	10,0	79,3	44,3	7,3	17,3
к-1107	89,6	38,3	12,3	85,5	45,1	4,9	17,2
к-1215	90,3	39,2	13,0	80,3	45,2	4,0	17,0
НСР ₀₅	0,60	0,32	0,53	1,02	0,22	0,22	0,25
$\bar{x} \pm S\bar{x}$	94,70±1,77	37,18±1,01	12,04±0,65	77,56±3,16	43,38±0,69	4,98±0,68	17,02 ± 0,79
V, %	5,91	8,56	16,92	12,89	5,03	43,72	14,65

В ходе проведения эксперимента была также поставлена цель установить способность растений чумизы достигнуть фазы полной спелости при наличии одного укоса (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность межфазных периодов сортообразцов чумизы

№ по каталогу ВИР	Дата 1-го укоса	Отрастание после 1-го укоса – выметывание	Отрастание после 1-го укоса – полная спелость
Афродита	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{78}{05.10}$
Янтарная	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{68}{25.09}$
Линия О-3	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{98}{25.10}$
к-1534	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{98}{25.10}$
к-1535	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{98}{25.10}$
к-982	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{98}{25.10}$
к-1464	18.07	$\frac{42}{29.08}$	–
к-1460	18.07	$\frac{42}{29.08}$	–
к-1107	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{78}{05.10}$
к-1215	18.07	$\frac{42}{29.08}$	$\frac{81}{08.10}$

Примечание. Числитель – количество дней прохождения фазы; знаменатель – дата наступления фазы; «–» – образец не достиг полной спелости.

Установлено, что 80% образцов чумизы достигли фазы полной спелости, а период вегетации после первого укоса составил от 78 до 98 дней, при этом два образца так и не достигли фазы полной спелости: к-1460, к-1464.

Заключение. Почвенно-климатические условия Саратовского Правобережья позволяют в богарных условиях получить урожай надземной биомассы чумизы до 21,5 т/га при широкорядном способе посева. Стоит отметить, что при посеве рядовым способом вероятность получения урожая биомассы в два раза больше, но целью данного эксперимента, было установление чумизы к способности давать оттаву и выявить наилучший образец способный формировать максимальный урожай.

Список литературы

1. Дуборезов И., Рыхлик А., Жуков В., Пономарёв Н., Андреев И. Зеленый конвейер для молочного скота // Животноводство России. - 2021. DOI: 10.25701/ZZR.2020.92.51.008.
2. Шкодина Е.П., Балун О.В. Агроэкологические испытания нетрадиционных для Новгородского региона однолетних кормовых культур для укрепления кормовой базы в Нечерноземной зоне // Аграрная наука. - 2023. - № 1. - С. 56-60.
3. Родина Т.В., Бочкарева Ю.В., Багдалова А.З., Пронудин К.А., Тамбовцева Н.Р. Оценка исходного материала для селекции чумизы в условиях Нижневолжского региона // Аграрный научный журнал. - 2021. - № 12. - С. 75-78.
4. Жукова М.П., Володин А.Б., Капустин С.И., Донец И.А., Голубь А.С. Перспектива использования однолетних яровых кормовых культур в кормопроизводстве // Аграрный вестник Северного Кавказа. - 2015. - № 3 (19). - С. 149-153.
5. Капустин С.И., Багринцева Н.А., Самойленко А.В., Капустин А.С. Влияние сроков скашивания на качественные показатели воздушно-сухой массы могоара, чумизы и пайзы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2025. - № 1 (73). - С. 22-27. DOI: 10.31563/1684-7628-2025-73-1-22-27.

6. Куколева С.С., Старчак В.И., Светлов В.В., Подгорнов Е.В., Трусов Д.Ю. Проведение трех укосов и оценка качества надземной биомассы // АгроЭкоИнфо: электронный научно-производственный журнал. - 2025. - № 4. DOI: 10.51419/202154415.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. - М.: Альянс, 2014. - 351 с.
8. Классификатор вида *Setaria Italica* L. (чумиза, могар) // Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. - Л., 1981. - 19 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-3>
УДК 635.54:631.52

ОБ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ F₂ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЮГЕ ТАДЖИКИСТАНА

Бобоев А.А.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Партоев К.², д-р с.-х. наук, проф., зав. лаб.

¹Дангаринский государственный университет, Дангара, Республика Таджикистан

²Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ,

Душанбе, Республика Таджикистан

e-mail: abdumusobir@mail.ru; pkurbonali@mail.ru

Аннотация. При весеннем сроке посева сортов и гибридов подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) в условиях юга Таджикистана (Фархорский район, 350 м над уровнем моря) можно получить хороший урожай семян и биологической массы. При этом наблюдается сильное варьирование таких генетических признаков подсолнечника, как диаметр корзинки, общее количество и полноценных семян в корзинке, масса 1000 семян, масса семян в корзинке и урожайности. Здесь урожайность у родительских форм подсолнечника колеблется в пределах 3,90-5,25 т/га, у гибридов - 7,25-8,10 т/га.

Ключевые слова: подсолнечник, сорт, гибрид, урожайность, Таджикистан

Как информирует ряд ученых, для формирования высокого урожая подсолнечника решающее значение имеют такие факторы, как влага, удобрения, освещение, плодородие почвы и др. [1, 2]. По морфологическим признакам культурный посевной подсолнечник делится на грязовой, масличный и межуток [3, 4].

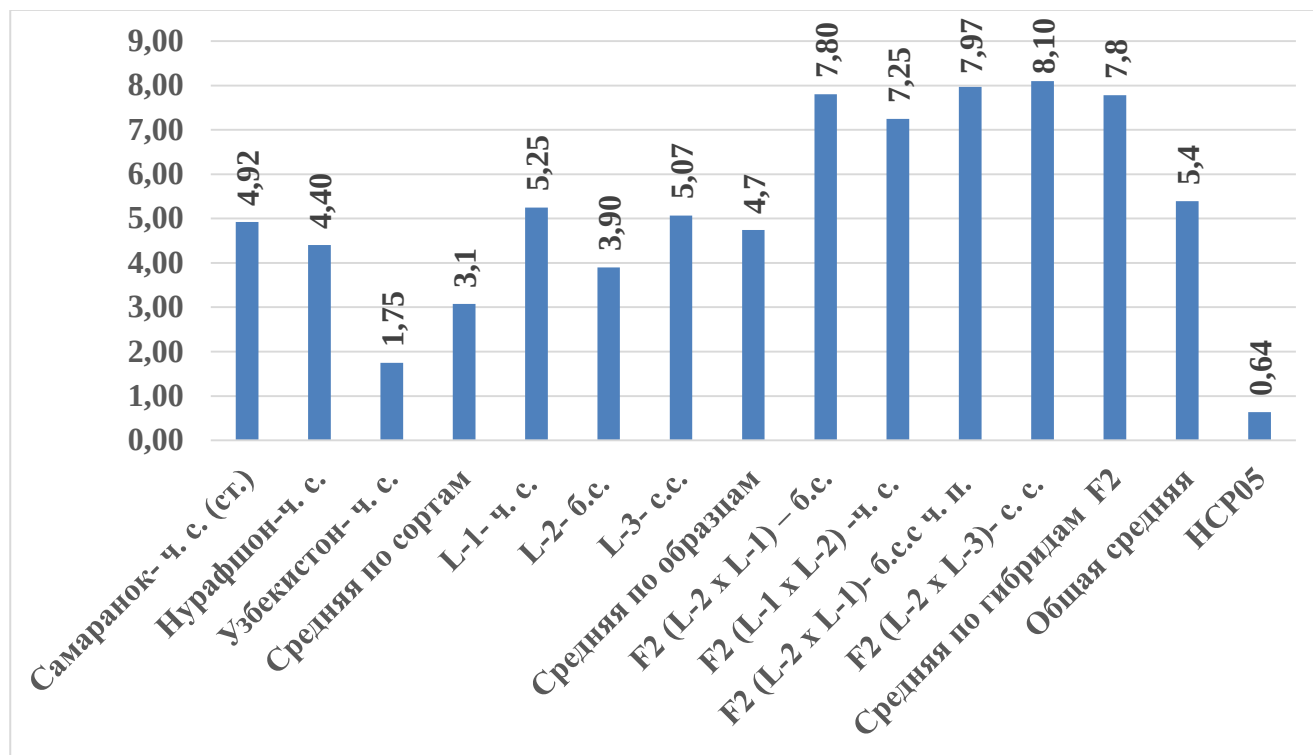
Необходимо отметить, что в перспективе для увеличения урожайности подсолнечника особую роль играют методы селекции по созданию новых сортов [5, 6].

В опытах исходным материалом служили трех сортов подсолнечника: Узбекистон, Нурафшон и Самаранок-40, семена которых нами получены из Института земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук (ТАСХН), трех образцов (линии L) подсолнечника, полученных с Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальная академия наук Таджикистана (ИБФГР НАНТ): L-1 - черные семена (ч.с.); L-2 - белые семена (б.с.); L-3 - серые семена (с.с.) и 4 гибридов подсолнечника, полученных тоже ИБФГР НАНТ со следующих гибридных комбинациях: F₂ (L-2 x L-1) – белые семена (б.с.), F₂ (L-1 x L-2) - черные семена (ч.с.), F₂ (L-2 x L-1) - белые семена с черными пятнами (б.с.с ч.п.) и F₂ (L-2 x L-3) - серые семена (с.с.). Гибридизация линии подсолнечника с маркерными признаками (окраска семян) L-1 - черные семена; L-2 - белые семена; L-3 - серые семена была проведена в ИБФГР НАНТ, посредством парного посева новых линий подсолнечника

и получения гибридов F₁ в 2022 году на экспериментальном участке лаборатории генетики и селекции растений ИБФГР НАНТ.

Проведенные исследования показали, что изученные сорта, образцы и гибриды подсолнечника в условиях Фархорского района Таджикистана имеют разные показатели по таким генетическим признакам, как диаметр корзинки, общее количество и количество полноценных семян в корзинке, масса 1000 семян, масса семян в одном корзинке (растение) и урожайность.

Как показали исследования, урожайность у гибридов F₂ также значительно выше, чем у сортов и родительских образцов подсолнечника (см. рисунок).



Урожайность сортов, образцов и гибридов F₂ подсолнечника, т/га

Варьирование признака урожайности среди сортов, образцов и гибридов F₂ подсолнечника составляло от 1,75 до 8,10 т/га. Урожайность в среднем среди сортов подсолнечника составила 3,1 т/га, среди образцов - 4,7 т/га и среди гибридов - 7,8 т/га.

Как видно, урожайность у гибридов F₂ на 151,6 % больше, чем сортов подсолнечника, и на 65,9% больше, чем у родительских форм. По урожайности гибриды F₂ особенно не отличаются между собой и имеют урожайности на уровне 7,25-8,10 т/га. Однако гибриды из комбинации F₂ (L-2 x L-1) - б.с.с.ч.п. показали самую высокую урожайности, чем других сортов, образцов и гибридов подсолнечника.

Опыты показали, что урожайность у родительских форм колеблется в пределах 3,90-5,25 т/га, у гибридов - 7,25-8,10 т/га. Формирование полноценных семян в корзинках у сортов наблюдается - 67-83%, у гибридов - 84-93%. Масса семян в корзинках у сортов подсолнечника составила 31-89 г, у гибридов - 130-150 г. В среднем урожайность у всех сортов и гибридов подсолнечника в опыте составила 5,64 т/га. Самый высокий урожай (8,10 т/га) был получен по гибриду F₂ (L-2 x L-3) с серой окраски семян. Сравнительно низкий урожай получен по сортам подсолнечника: Узбекистон, Нуравшон и Самаранок-40, имеющих соответственно урожая - 1,75; 4,40 и 4,92 т/га.

Таким образом, результаты изучения сортов, образцов и гибридов F₂ подсолнечника в условиях Фархорского района Таджикистана (на высоте 350 м над уровнем моря) показало,

что у подсолнечника наблюдается высокий полиморфизм по таким важным количественным признакам, как диаметр корзинки, формирование общего количество семян в корзинке, масса 1000 семян, образование полноценных семян в корзинке, масса семян в корзинке и урожайность. Гибриды F₂ подсолнечника по всем изученным признакам существенно превышают сортов и образцов-родительских форм, а новые образцы (родительские формы), по всем признакам превышают стародавних сортов подсолнечника. Гибриды F₂ подсолнечника по всем изученным признакам существенно превышают сортов и образцов-родительских форм, а новые образцы (родительские формы), также по всем признакам превышают стародавних сортов подсолнечника. По всем признакам: диаметр корзинки, общее количество семян в корзинке, масса 1000 семян и урожайность высокие показатели наблюдается у гибридной комбинации F₂ (L-2 x L-1) - б.с.с ч. п., а по оплодотворяемости цветков и формирование полноценных семян в корзинке лучший показатель у растений из гибридной комбинации F₂ (L-1 x L-2) – ч.с. (92,5%).

Список литературы

1. Васильев Д.С. Агротехника подсолнечника. - М.: Колос, 1983. - 197 с.
2. Доронина О.М., Гулов Ф.А., Бейшеналиева М.Д. Оценка продуктивности скороспелых гибридов подсолнечника на маслосемена в лесостепной зоне Челябинской области // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сб. тр. 3-й Междунар. дистанц. науч.-практ. конф. / сост.: Н.В. Глаз, А.А. Васильев. - 2020. - С. 267-276.
3. Меремов Н.М., Мамсиров Н.И. Оптимальный способ обработки почвы под подсолнечник. - Майкоп, 2025. - С. 261-263.
4. Пимахин В.Ф. Биологические и агротехнические основы возделывания подсолнечника: рекомендации. - Саратов, 2000. - 64 с.
5. Josis S., Malidza G., Cvejic S., Hladni N., Miklic V., Skoric D. Development of sunflower hybrids tolerant to tribenuron methyl // Genetika. - 2011. - No. 43. - P. 175-182.
6. Nenko N.I., Neshchadim N.N., Yablonskay E.K., Sonin K.E. Prospects for sunflower cultivation in the Krasnodar region with the use of plant growth regulator // Helia. - 2016. - Vol. 39. - No. 65. - P. 197-211.

<https://doi.org/10.26898/2026-4>
УДК 636.3.085.1

СОСТАВ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ

**Бадмаева О.Б., канд. вет. наук, доцент,
Хангажинов А.А., канд. вет. наук, н.с.,
Анганов В.В., канд. с.-х. наук, н.с.**

Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Улан-Удэ, Россия
e-mail: badmaevaob@sfsca.ru

Аннотация. Витаминно-белковая гранулированная кормовая добавка разработана в Бурятском НИИСХ, основана на использовании растительных ресурсов Байкальского региона. В состав кормовой добавки входят зерновые культуры (пшеница, овес, ячмень, рожь) селекции Бурятского НИИСХ, жмых и листья облепихи, травяная мука. Смесь зерновых в добавке составляет 40%, жмых облепихи – 15%. Кормовая добавка предназначена для повышения питательной ценности кормов для молодняка овец старше 4

месяцев, и восполнения дефицита биологически активных веществ в рационах ягнят после отбивки от матерей в постмолочный период. Кормовая добавка отличается соответствующими органолептическими свойствами, существенным содержанием витаминов групп А, В, С, D, Е, каротина. В кормовой добавке не обнаружены энтерококки, сальмонеллы и патогенные анаэробы, пестициды. Экспертизой установлена токсикологическая и биологическая безопасность кормовой добавки для животных.

Ключевые слова: Бурятский НИИСХ, овцы, кормовая добавка, жмых облепиховый, зерно дробленое, гранулирование, состав, безопасность

Материал и методика. Витаминно-белковая гранулированная кормовая добавка разработана в Бурятском НИИСХ – филиале СФНЦА РАН, производится на производственной базе института. При разработке и производстве кормовой добавки руководствовались ГОСТ 10199-2017 «Комбикорма-концентраты для овец и коз. Общие технические условия», и ГОСТ Р 54954-2012 (термины и определения) для кормовых добавок для любых животных, включая овец, и ГОСТ Р 55453-2022 (кормовые добавки для непродуктивных животных). Испытания качества и микробиологической и токсикологической безопасности проводились в Территориальном отделении Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»).

Введение. В настоящее время актуальной проблемой является создание и внедрение в производство растительных, микробиологических и минеральных продуктов, предназначенных для введения в состав комбикормов и рационов, благоприятно влияющих на обмен веществ, продуктивность животных, качество и безопасность продуктов животного происхождения [1].

На практике используются кормовые добавки с различными биологическими свойствами, такими как эрготропы, грибковые культуры, модификаторы, антиоксиданты, ферменты, фитобиотики, при кормлении которых у жвачных животных создается оптимальная рубцовая среда для микробной жизнедеятельности и переваривания пищевых субстратов рациона [2, 3].

Концентрированные кормовые средства характеризуются высокой концентрацией питательных веществ в 1 кг корма: более 0,73 ЭКЕ (7,3 МДж обменной энергии), не более 19 % клетчатки и менее 40 % воды. Сюда входят зерно и семена фуражных и продовольственных культур, продукты переработки зерновых и масличных культур. Высокая биологическая ценность зеленых кормов определяется в основном наличием в них полноценного протеина, витаминов В, С, D, Е. Зеленые корма являются основным источником каротина для животных. Его количество в бобовых травах в среднем составляет 40–50 мг, а в злаковых – 25–35 мг в 1 кг корма [4].

Генофонд облепихи, собранный в ФГБНУ Бурятский НИИСХ, позволяет проводить аналитическую и синтетическую селекцию по многим направлениям. Создано 18 сортов облепихи, на 12 из них получены авторские свидетельства, на 3 сорта имеют патенты, 6 сортов находятся в ГСИ. Куст Сорт Нарантуя сильнорослый, среднераскидистый, слабооколюченный. Плоды овальные, оранжевого цвета, кисло-сладкого вкуса. Средняя масса 100 плодов - 44,0 г, максимальная - 60,0 г, длина плодоножки - 5 мм. В плодах содержится сахаров - 6,5%, кислот - 2%, масла - 6,5%, витамина С - 101,0 мг/100 г, витамина Р - 252,7 мг/100 г, каротина - 9,1 мг/100 г [5].

Шрот из листьев облепихи богат биологически активными веществами и является продуктом высокой биологической и энергетической ценности, что свидетельствует о перспективном использовании в корм животным. Шрот из листьев содержит 30-33% масла, 1 кг шрота содержит до 7667 ккал или 30810кДж, что в три раза превышает принятую норму 1 кг корма - 2500 ккал. Шрот содержит белков до 13%, незаменимых аминокислот до 35,4 г на 100 белка, в т.ч. лизина – основной аминокислоты, лимитирующей питательную ценность

растительных белков до 6,8 г на 100 г белка, в зерне пшеницы лизина содержится 2,0–2,5 г [6].

К концу октября - началу ноября кусты облепихи сибирского происхождения полностью сбрасывают листья, листья по всей длине побегов опадают в акропетальном направлении не одновременно, а постепенно, от основания к апексу. Уборка листьев механическими средствами, предназначенными для уборки плодов, невозможна ввиду очень сильной связи листа с ветвью, к тому же листья обладают низкой инерционностью и высоким коэффициентом парусности, ветки обладают высокой хрупкостью [7]. Листья облепихи содержат органические кислоты, углеводы, каротиноиды, жирные кислоты, флаваноиды, аминокислоты, стерин. Отработанный жом облепихи после извлечения основного количества масла содержит непредельные жирные кислоты, каротиноиды, токоферолы. Обезжиренный шрот плодов содержит углеводы, органические кислоты, флаваноиды, аминокислоты, микро- и макроэлементы, тритерпеновые кислоты, дубильные вещества [8].

Результаты исследований. Использование кормовых добавок в кормлении ягнят после отбивки является актуальным вопросом и характеризуется и новизной в технологии кормления животных. Кормовая добавка стимулирует процесс пищеварения и способствует повышению мясной продуктивности животных, появится возможность повышения живой массы молодняка и проявления породного потенциала мясных качеств овец.

В состав кормовой добавки входят зерновые культуры (пшеница, овес, ячмень, рожь) селекции Бурятского НИИСХ, жмых и листья облепихи, травяная мука. Смесь зерновых в кормовой добавке составляет 40%, жмых облепихи – 15%.

В растительных компонентах кормовой добавки сохраняются питательная ценность, биологически активные вещества, аминокислоты, витамины. Кормовая добавка предназначена для повышения питательной ценности кормов для молодняка овец старше 4 месяцев, и восполнения дефицита биологически активных веществ в рационах ягнят после отбивки от матерей в постмолочный период.

Таблица 1

Биохимические показатели состава кормовой добавки

Наименование	Ед. изм.	Показатели	
		фактические	ГОСТ
Витамин А	млн МЕ/г	289	ГОСТ 32043-2012
Витамин D	млн МЕ/г	46	ГОСТ 32043-2012
Витамин E	мг/кг	1659	ГОСТ 32043-2012
Каротин	мг/кг	42,2	ГОСТ13496-17-2019
Массовая доля: сухого вещества	%	91,6	Не менее 85,5
влаги	%	8,4	Не более 14,5
клетчатки	%	5,7	Не более 12,0

Органолептические показатели кормовой добавки, согласно протоколу испытаний № 2-ИРВ-25.11.7662, соответствуют набору входящих в рецепт компонентов, кормовая добавка не имеет затхлого, плесенного и других посторонних запахов. По внешнему виду гранулы корма имеют цилиндрическую форму, глянцевую или матовую поверхность без посторонних примесей и следов плесени. Цвет кормовой добавки соответствует цвету ее рассыпных растительных компонентов. Кормовая добавка отличается существенным содержанием витаминов групп А, В (В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂), С, D, E, каротина.

Таблица 2

Показатели безопасности кормовой добавки

Безопасность	Наименование	Ед. изм.	Показатели	
			фактические	ГОСТ
Токсикологическая	Пестициды. ГХЦГ	мг/кг	Менее 0,02	Не более 0,2
	Пестициды. ДДТ	мг/кг	Менее 0,02	Не более 0,05
Микробиологическая	Энтерококки	КОЕ	Не обнаружены	Не допускается
	Токсинообразующие анаэробы	КОЕ	Не обнаружены	Не допускается
	Сальмонеллы	КОЕ	Не обнаружены	Не допускается

Кормовая добавка для молодняка овец безопасна для животных, токсикологическая экспертиза установила отсутствие пестицидов разных групп. Экспертиза при параллельном биотестировании подтвердила отсутствие токсичности корма для животных. Результаты микробиологических тестов свидетельствуют о биологической безопасности корма, в кормовой добавке не обнаружены энтерококки, сальмонеллы и патогенные анаэробы, следовательно, в кормовой добавке не содержатся возбудители инфекционных болезней животных.

Устанавливается экономическая целесообразность применения кормовой добавки в кормлении молодняка старше 4 месяцев и овец других половозрастных групп, влияние кормовой добавки на рост и развитие, на динамику живой массы животных при применении в разных суточных дозах. Результаты экспериментов проходят производственную апробацию в хозяйственных условиях, в Мухоршибирском районе Бурятии.

Выводы. Витаминно-белковая гранулированная кормовая добавка разработана в Бурятском НИИСХ – филиале СФНЦА РАН, предназначена для подкормки молодняка овец после отбивки от матерей. В состав кормовой добавки входят дробленая зерносмесь зерновых культур (пшеница, овес, ячмень, рожь) селекции Бурятского НИИСХ, жмых и листья облепихи, травяная мука, зерновые в кормодобавке составляют 40%, жмых облепихи – 15%. Кормовая добавка отличается существенным содержанием витаминов групп А, В, С, D, Е, каротина. Экспертизой установлена токсикологическая и биологическая безопасность кормовой добавки для животных.

Список литературы

1. Садыков Н.Ф. Комплексная оценка кормовых добавок для профилактики нарушений обменных процессов у высокопродуктивных коров и улучшения качества молока: дис. ... канд. биол. наук. - Казань, 2021. - 157 с.
2. Аникин А.С., Лифанова С.П. Влияние препарата «Карсел» на качество молока // Молочная промышленность. - 2008. - № 9. - С. 64-66.
3. Гиберт К.В., Горелик Л.Ш., Головина Т.Н. Молочная продуктивность коров при использовании минеральных адсорбирующих кормовых добавок // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 1 (50). - С. 80-86.
4. Токарев В.С., Лисунова Л.И. Кормление сельскохозяйственных животных. Кормовые средства (характеристика и использование): учеб-метод. пособие для студентов по специальности «Ветеринарная медицина». - Витебск: ВГАВМ, 2023. - 195 с.
5. Гусева Н.К., Васильева Н.А., Батуева Ю.М. Новые сорта ягодных культур бурятской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2016. - № 4 (138). - С. 24-28.
6. Солоненко Л.П., Кошелев, Ю.А., Агеева Л.Д., Скуковский Б.А. Шрот из листьев облепихи – высокоценная добавка в корм животным // II Международный симпозиум по облепихе: тез. докл. - Новосибирск, 1993. - С. 135-136.

7. Котысько В.И., Деменко В.И., Цымбал А.А., Ильин В.В. Механизированная уборка листьев облепихи // II Международный симпозиум по облепихе: тез. докл. - Новосибирск, 1993. - С. 124-125.
8. Кошелев Ю.А., Агеева Л.Д. О комплексном использовании облепихи // II Международный симпозиум по облепихе: тез. докл. - Новосибирск, 1993. - С. 133-134.

<https://doi.org/10.26898/2026-5>
УДК 631.527:633.11:631.559

ИЗУЧЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННО ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ У ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Белан И.А.¹, канд. с.-х. наук,
Россеева Л.П.¹, канд. с.-х. наук,
Трубачева Н.В.², канд. биол. наук,
Першина Л.А.², д-р биол. наук**

¹Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

²Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: belan@anc55.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения урожайности, устойчивости к стрессовым факторам среды и качество зерна у дигаплоидных линий (ДГ-линий) яровой мягкой пшеницы. ДГ-линии изучали на полях ФГБНУ «Омский АНЦ» в течение 2022-2025 гг. По агрометеорологическим условиям 2022 и 2023 гг. были засушливыми, а 2024 и 2025 гг. – благоприятными для развития листостебельных заболеваний. Изложены результаты анализа данных по урожайности в среднем за годы исследований и в годы массового развития листостебельных заболеваний.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, ДГ-линии, урожайность, резистентность, качество зерна

Введение. В современных условиях жесткой конкуренции на первый план выдвигается создание и ускоренное внедрение новинок селекции в тесном сотрудничестве с различными корпорациями и научными центрами. Ускорение селекционного процесса с использованием интрогрессивных ДГ-линий – одна из технологий, позволяющая в сжатые сроки получать высококачественные отечественные сорта. Технология ускоренной селекции с использованием ДГ-линий сокращает этот срок на 3-6 лет [1].

В лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ» при сотрудничестве с лабораторией хромосомной инженерией злаков института ИЦиГ СО РАН проводятся работы по использованию ДГ-линий в селекционных программах. Так, на примере создания сортов яровой мягкой пшеницы Сигма и Уралосибирская 2 [2] показана эффективность включения ДГ-линий в скрещивания с другими линиями для получения перспективного селекционного материала, а на основе ДГ-линии по ускоренной селекционной схеме создан сорт яровой мягкой пшеницы Сигма 5 [1].

Цель настоящего исследования – изучение нового набора ДГ-линий яровой мягкой пшеницы для отбора наиболее ценных линий для практического использования.

Исходный материал и методика исследований. Изученные в работе ДГ-линии яровой мягкой пшеницы были сформированы от 42-хромосомных растений, регенерировавших в культуре пыльников гибридной комбинации (Л-311/00-22-4 //Л-134) поколения F₃ [3]. Исходные гибридные генотипы несут комплекс генов устойчивости к грибным патогенам. Стандартами были районированные сорта: Дуэт (среднеспелая группа,

устойчивый к бурой ржавчине), и Элемент 22 (среднепоздняя группа, устойчивый к листостебельным патогенам).

Исследования проводились в 2022-2025 гг. в зоне южной лесостепи Омской области на полях лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ». Почва опытного участка лугово-черноземная, среднемощная, среднесуглинистая с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. Предшественник – чистый пар. Посев селекционных питомников проводили сеялкой ССФК-7 М, площадь деланки 10 м², повторность четырехкратная, предшественник – пар, норма высева 5,0 млн. всхожих семян на гектар, срок посева 12–15 мая. При уборке урожая использовали малогабаритный селекционно-семеноводческий комбайн «WINTERSTEIGER-ВИМ». Фенологические наблюдения и учеты проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [4]. Селекционные линии и сорта оценивались на устойчивость к патогенам мучнистой росы и бурой ржавчины, а также в фазе проростков и взрослого растения. Оценка устойчивости в фазе проростков к бурой и стеблевой ржавчинам проводились по методике Л.А. Михайловой и К.В. Квитко [5] в лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы, полный технологический анализ – в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск). Результаты исследований статистически обработаны с использованием пакета программ STATISTICA 10.0. Математическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову и Л.А. Сошниковой и др. [6].

По метеорологическим условиям 2022-й был очень контрастным по месяцам: от сильной засухи в мае (ГТК = 0,45) до избыточного увлажнения в июле (ГТК = 1,90), но в среднем был недостаточным по увлажнению (ГТК = 1,00 в мае – августе). Период вегетации в 2023 г. был засушливым ГТК = 0,84, (ГТК 0,77–0,93). По погодным условиям 2024 г. относился к зоне избыточного увлажнения (ГТК май-август = 1,85) и варьировал от 0,78 до 3,05. В целом по метеорологическим условиям 2025 г. два месяца (июнь и сентябрь) были засушливые (ГТК = 0,47 и 0,53 соответственно), а три (май, июль и август) характеризовались избыточным увлажнением (ГТК > 1,3), что привело к полеганию многих генотипов яровой мягкой пшеницы. Такие погодные условия были также благоприятны для развития грибных заболеваний.

Результаты и обсуждение. В 2022 г. набор из 23 ДГ-линий изучали в питомнике СП-2 и при урожайности стандартов 2,75 т/га (Дуэт) и 2,89 т/га (Элемент 22), лучшие генотипы показали превышение в 0,61 и 0,55 т/га соответственно. Из 23 ДГ-линий, прошедших испытания в питомнике СП-2, для дальнейшей проработки было отобрано 13 ДГ-линий с высокими показателями урожайности и резистентностью к листостебельным заболеваниям. В среднем за годы исследований (КСИ, 2023-2025гг.) превышение ДГ-линий над среднеспелым стандартом Дуэт достигало до + 1,51...+ 1,94 т/га (табл. 1).

По продолжительности вегетационного периода большинство ДГ-линий характеризовались как среднеспелые – сорт Дуэт созрел за 84 суток, а ДГ-линий на 5-6 суток больше, от 89 (ДГ 1/5) до 90 суток (ДГ 20/5).

ДГ-линии показали высокую устойчивость к полеганию – 5 баллов, у стандарта Дуэт – 3 балла. Высота растений у ДГ-линий находилась в пределах от 95 (ДГ 20/5) до 97 (ДГ 3/5) см и была выше на 2 см стандарта Дуэт. В среднепоздней группе стандарт Элемент 22 был на 7 см ниже ДГ-линий.

Результаты оценки на устойчивость к листостебельным патогенам в полевых условиях представлены в табл. 1. Из таблицы видно, что в полевых условиях ДГ-линии показали высокую и умеренную устойчивость к возбудителю мучнистой росы. Что касается возбудителей бурой и стеблевой ржавчины устойчивость ДГ-линий независимо от группы спелости была высокой.

Наибольший интерес представляли генотипы с высокой урожайностью и комплексной устойчивостью к листостебельным патогенам: ДГ 3/5, ДГ 8/5, ДГ 9/5, ДГ 14/5 и ДГ 16/5. ДГ-линии, выделившиеся по урожайности, были оценены на стадии проростков по поражению

бурой и стеблевой ржавчиной. Сравнивали образцы с сортами стандартами соответствующих групп спелости. Оценка в фазе проростков показала, что ДГ-линии устойчивы к бурой (1 балл) и не поражались стеблевой ржавчиной.

Таблица 1

Результаты изучения ДГ-линий в питомнике КСИ, 2023-2025 гг.

Генотип	Вегет. период, суток	Высота растений, см	Поражение, %			Полега- ние, балл	Урожай- ность т/га	± к St
			мучнистой росой	ржавчиной				
				бурой	стеблевой			
Среднеспелая группа спелости								
Дуэт	84	95	25	0-5	90	3	2,86	-
ДГ 1/5	89	95	20	0	5R	5	4,67	1,81
ДГ 3/5	89	97	0	0	10R	5	4,80	1,94
ДГ 5/5	90	97	10	0	5R	5	4,46	1,60
ДГ 8/5	90	97	5	0	5R	5	4,34	1,48
ДГ 9/5	90	97	0	0	10R	5	4,40	1,54
ДГ 12/5	89	97	30	0	10R	5	4,58	1,72
ДГ 13/5	89	97	10	0	10R	5	4,37	1,51
ДГ 14/5	90	97	25	0	0	5	4,50	1,64
ДГ 15/5	89	96	10	0	30MR	5	4,57	1,71
ДГ 16/5	90	96	15	0	5R	5	4,63	1,77
ДГ 20/5	90	95	10	0	15R	5	4,71	1,85
Среднепоздняя группа спелости								
Элемент 22	92	92	25	30	30MR	5	4,09	-
ДГ 19/5	91	99	0	0	5R	5	4,20	0,11
ДГ 26/5	91	99	10	0	10R	5	4,54	0,45

По показателям качества зерна изучаемые среднеспелые ДГ-линии (масса 1000 зерен 39,8–43,0 г) по крупности зерна значительно превосходили сорт Дуэт, масса 1000 зерен которого составила – 30,0 г. По натуре зерна, содержанию белка и клейковины ДГ-линии существенно превосходили стандарт Дуэт, по силе муки, объему хлеба и общей хлебопекарной оценки можно выделить ДГ1/5, ДГ3/5, ДГ12/5, ДГ13/5 и ДГ16/5 (табл. 2).

Таблица 2

Качество зерна генотипов в питомнике КСИ, 2023-2025 гг.

Генотип	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Клейко-вина, %	ИДК, ед. пр.	Сила муки, ед.а.	Объем хлеба см ³	Общая х.-п. оценка
<i>Среднеспелая группа спелости</i>								
Дуэт	691	30,0	12,74	24,3	62	349	870	4,0
ДГ 1/5	732	42,0	14,40	29,3	54	402	945	4,2
ДГ 3/5	735	42,2	13,82	28,3	53	403	955	4,3
ДГ 5/5	727	41,4	14,35	29,2	62	354	880	4,0
ДГ 8/5	730	41,0	14,32	31,7	59	376	945	4,2
ДГ 9/5	728	42,7	13,83	28,0	56	308	795	3,8
ДГ 12/5	714	42,0	14,13	27,9	59	363	1020	4,4
ДГ 13/5	719	39,8	13,27	27,1	54	359	1053	4,4
ДГ 14/5	726	40,8	13,77	25,8	53	223	935	4,3
ДГ 15/5	732	43,0	14,50	28,5	60	527	910	4,2
ДГ 16/5	734	42,9	13,83	29,8	62	332	945	4,3
ДГ 20/5	740	43,0	14,32	31,6	67	401	920	4,2
<i>Среднепоздняя группа спелости</i>								
Элемент 22	756	33,6	13,86	26,9	67,5	355	825	3,8
ДГ 19/5	726	41,1	13,96	27,1	53	375	903	4,1
ДГ 26/5	734	39,1	13,96	26,8	52,5	312	880	4,2

По основным хлебопекарным показателям в группе среднепоздних генотипов выделилась линия ДГ 26/5, которая характеризовалась объемом хлеба 880 см³ и общей хлебопекарной оценкой 4,2 балла. Стекловидность зерна у всех ДГ-линий была примерно одинаковой (50–51 %).

Заключение. Селекционное изучение в контрастных климатических условиях большого набора гомозиготных интрогрессивных ДГ-линий позволяет объективно и в сжатые сроки протестировать материал, выделить лучшие генотипы, сочетающие высокую продуктивность с сильным качеством зерна и устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды, а также поставить на поток создание сортов интенсивного типа. Изучение генотипов с 2022 по 2025 г. позволило выявить наиболее ценные ДГ-линии яровой мягкой пшеницы в питомнике КСИ: ДГ 3/5, ДГ12/5, ДГ13/5, ДГ 14/5 и ДГ 16/5. Создан разнообразный высокоурожайный, устойчивый к полеганию, засухе и к листовым патогенам перспективный материал для использования в селекции.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Госзадания ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (тема № FNUN-2022-0026) и Госзадания FWNR-2026-0029.

Список литературы

1. Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П. и др. Изучение адаптивных и хозяйственно ценных признаков у нового сорта яровой мягкой пшеницы Сигма 5, созданного на основе дигаметоидной линии // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2024. - Т. 10. - № 3. - С. 158-165. DOI: 10.18699/letvjgb-2024-10-18.
2. Першина Л.А., Белова Л.И., Трубочеева Н.В. и др. Аллоплазматические рекомбинантные линии (*H. vulgare*) - *T. aestivum* с транслокацией 1RS.1BL: исходные генотипы для создания сортов яровой мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2018. - Т. 22. - № 5. - С. 544-552. DOI: 10.18699/VJ18.393.
3. Pershina L., Trubacheeva N., Badaeva E., Belan I., Rosseeva L. Study of Androgenic Plant Families of Alloplasmic Introgression Lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* and the Use of Sister DH Lines in Breeding // Plants. - 2020. - Vol. 9. 764.9, 764. DOI: 10.3390/plants9060764.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - М., 2019. - Вып. 1. - 384 с.
5. Михайлова Л.А., Квитко К.В. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Микология и фитопатология. - 1970. - Т. 4. - № 3. - С. 269-270.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ РЕМОНТАНТНОЙ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Боровикова Т.В., канд. с.-х. наук,

Петрук В.А., канд. с.-х. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: borotaty@mail.ru; lagenaria@mail.ru

Аннотация. Ремонтантная крупноплодная земляника стала привлекать к себе большое внимание не только садоводов любителей, но и производителей. В данной статье обобщены исследования девяти сортов ремонтантной земляники различного географического происхождения. Прохождение фенологических фаз развития у земляники садовой находится в тесной взаимосвязи между температурой и фотопериодичностью. Исследования проводились в 2023-2025 годах на участке первичного сортоизучения СФНЦА РАН. Было определено, что на сроки наступления фенологических фаз главное влияние оказывают климатические условия вегетационного периода.

Ключевые слова: земляника ремонтантная, сорт, цветение, созревание

В последнее время все большую популярность среди садоводов завоевывают ремонтантные сорта земляники. Созревание ягод ремонтантной земляники не заканчивается в июле, как у обычных сортов, а продолжается до осени. Такие сорта способны дать два урожая – в июле и в конце августа – сентября [1].

Ремонтантная форма земляники мелкоплодной, впервые найдена в Альпах, была известна в Италии уже в XVI в., а в Англии и Франции – с XVIII в. В последние годы ее стали широко культивировать в Китае, США, Франции, Италии, Чехословакии, странах Азии [2]. Получить ягоду земляники в позднелетний и осенний периоды возможно в открытом грунте при использовании ремонтантных сортов, характерной особенностью которых является вторичное плодоношение.

В условиях Приобской лесостепи проведены исследования по возможности введения в существующий сортимент районированных сортов новые инорайонные сорта садовой крупноплодной земляники трех видов: *F. X ananassa* Duch., *F. vesca* L., *F. X hybrid*; оценены такие показатели, как продуктивность, зимостойкость, устойчивость к возбудителям болезней.

Растения земляники находятся в тесной зависимости от температурного режима весеннего и летнего периода вегетации, от географического положения места возделывания культуры, от проведения различных агромероприятий, качества посадочного материала и сроков закладки товарных насаждений [3].

Возможность расширения сортимента и снижение дефицита в посадочном материале может быть реализована лишь путем проведения долговременных интродукционных и селекционных работ.

Поэтому создание, изучение, пополнение и сохранение коллекции ягодных культур в условиях лесостепи Западной Сибири на сегодняшний день актуально.

Исследования проводились в 2023-2025 гг. на участке СФНЦА РАН (биополигон) в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [4].

Объектами изучения были 9 ремонтантных сортов земляники. Сан-Андреа (Калифорния), Альбион (Америка), Монтерей (Калифорния), Елизавета II (Россия ООО НПФ

(Донской питомник), Сельва (Америка), Остара (Голландия), Вима-Рина (Голландия. VISSERS AARDBEIPLANTEN B. V. (MIDDEN PEELWEG, 8 5966 RE AMERICA, HOLLAND); Сеянец F-35 (Россия, ИЦиГ), сорт Брайтон (Америка), Пинк-Панда (Англия).

Весна 2023 года была запоздалой, дата последнего весеннего заморозка в воздухе - 18 мая (минус 1,3 °C), в 2024 году - 30 мая (минус 2 °C), в 2025 году - 29 мая (минус 0,7 °C), возвратные заморозки привели к подмерзанию первых цветков.

Среднемесячная температура в 2023 году в марте была выше нормы на 4 °C, а в апреле и в мае ниже на 2,5 °C - 0,2 °C, в 2024 и 2025 годах среднемесячная температура в марте была выше нормы на 2,7 °C – 2,9 °C, в апреле на 0,6 °C – 3,7 °C, что спровоцировало активное снеготаяние и быстрый выход растений из состояния покоя.

Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °C и 15° C в 2023 году – 5 мая и 27 мая, в 2024 году – 4 мая и 14 мая, в 2025 году - 22 апреля и 31 мая.

В 2024 году низкие температуры мая (отклонение от нормы - 0,5 °C) и аномальное количество осадков (192 % от нормы) отрицательно сказалось на физиологическом состоянии растений – повреждение тканей рожка, цветоносов, корневищ, поражение грибными болезнями листовой пластины.

В летние месяцы 2023 и 2024 годов температура воздуха была в чуть выше нормы на 0,9-2,1 °C. В июне 2025 года температура воздуха была выше нормы на 3,1 °C, а в июле и августе ниже на 1,1 °C - 0,6 °C.

В марте 2023 года осадков выпало выше нормы на 80%, в апреле и мае наблюдался дефицит на 66,7 и 84% соответственно. В июне и июле дефицит осадков составил 54 и 13%. В августе же осадки превысили среднее многолетнее значение на 91%.

В 2024 и 2025 году количество осадков выпало выше нормы, лишь небольшой дефицит 4% наблюдался в апреле 2024 года. В 2025 году дефицит осадков в апреле - 35%, в июле - 8%.

Первый осенний заморозок в 2023 году 26 сентября (минус 2,2 °C); в 2024 году - 6 октября (минус 1,4 °C замораживание цветков и плодов), в 2025 году – 29 сентября (минус 1,4 °C), а 1 октября температура воздуха опустилась до минус 6,4 °C, вследствие чего произошло замораживание цветков и плодов.

Продолжительность безморозного периода составила в 2023 году – 91 день, в 2024 году - 129 дней и в 2025 году - 127 дней.

У земляники садовой границами периода вегетации принято условно считать даты схода и появление снежного покрова. Земляника возобновляет рост после таяния снега при установлении среднесуточной температуры +5...+8 °C [1, 3, 5], в 2023 году эта дата -5 мая, 2024 году – 4 мая, и в 2025 – 22 апреля. Появление цветоносов и первое цветение и плодоношение ремонтантных сортов начинается в одни сроки с обычными сортами раннего срока созревания (Даренка, Кокинская Заря). Различия между ремонтантными и обычными сортами проявляются так же в динамике нарастания рожков. В первый год различий почти не наблюдаются, в двухлетнем и трехлетнем возрасте идет наиболее интенсивное нарастание рожков включительно до сентября месяца [6].

Затем у растений ремонтантной земляники наступает период, когда они не цветут, но идет нарастание вегетативно-продуктивных образований: листьев, рожков, цветоносов, цветков для второго плодоношения.

Второе плодоношение ремонтантных сортов проходит по схеме: в конце мая – начале июня в верхушечной точке роста каждого однолетнего побега (рожка) развивается верхушечное соцветие. Помимо этого, на каждом рожке в течении лета и осени в пазухах листьев закладывается 5-8 порядков пазушных соцветий. Соцветия различных категорий неодинаково участвуют в формировании урожая. Наиболее крупные ягоды созревают на верхушечных соцветиях в конце июля – начале августа. Ягоды пазушных соцветий первого порядка созревают в конце августа – начале сентября [7].

Наиболее развитые пазушные соцветия третьего и пятого порядков зимой под воздействием низких температур погибают, живыми остаются только наименее развитые соцветия 6 – 8 порядка. Эти соцветия вступают в фазу плодоношения на следующий год в июне - июле, так образуется первый в течение сезона урожай земляники ремонтантных сортов [7].

Второе цветение и созревание ягод более продолжительное, и длится до устойчивого похолодания, пока при пониженных температурах ягода перестает вызревать и погибает при более низкой температуры или выпадения снега [1, 6, 8].

В табл. 1 представлены фенологические этапы и фазы развития земляники за 3 года.

Таблица 1

Фенологические наблюдения за ремонтантными сортами земляники, 2022–2025 гг.

№ п/п	Сорт	Период, сутки					
		от начала вегетации до цветения			от начала цветения до первого созревания ягод		
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
1	Брайтон	19	31	25	29	21	23
2	Пинк-Панда	19	31	27	29	21	24
3	Альбион	23	31	24	25	29	26
4	Сельва	19	35	28	29	25	26
5	Вима-Рина*	17	38	33	31	25	25
6	Сан-Андреа	17	31	26	31	29	26
7	Елизавета II*	19	39	35	29	29	26
8	Сеянец F-35	19	31	26	29	25	26
9	Остара	23	31	26	25	25	26

*Районированный сорт.

В наших исследованиях период от начала вегетации до начала цветения составил от 17 дней в 2023 году до 39 дней в 2024 году. В зависимости от суммы положительных температур на момент наступления фенологической фазы, изучаемые сорта в данных климатических условиях проявляли себя как ранние, средние и поздние. Так в 2023 сорта Вима-Рина и Сан-Андреа - раннецветущие, а в 2024 и 2025 гг. проявили себя как средние и поздние [8]. Скороспелость сортов земляники садовой определяется периодом от начала цветения до созревания ягод. Она обусловлена сортовыми особенностями [9].

Период от начала цветения до первого созревания ягод в среднем за годы исследования составил от 21 до 31 дня. Первые зрелые ягоды в 2023 году были получены от сортов Альбион и Остара, в 2024 и 2025 годах от сортов Брайтон и Пинк-Панда (через 21-24 дня от начала цветения). В 2023 году позже всех начали созревать сорта Вима-Рина и Сан-Андреа (на 31 день).

Таблица 2

Фенологические наблюдения за ремонтантными сортами земляники, 2023–2025 гг.

№ п/п	Сорт	Период, сутки					
		цветение			созревание		
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
1	Брайтон	120	109	96	100	71	69
2	Пинк-Панда	123	106	90	97	71	60
3	Альбион	108	77	74	100	60	54
4	Сельва	87	95	79	97	67	60
5	Вима-Рина*	116	95	83	100	67	60
6	Сан-Андреа	89	90	84	100	66	59
7	Елизавета II*	112	88	84	100	68	61
8	Сеянец F-35	95	102	91	98	67	60
9	Остара	115	95	95	100	65	59

*Районированный сорт.

Самое длительное цветение за 2023-2025гг отмечено у сортов Брайтон (96-120 дней), Пинк-Панда (90-123 дня) и Остара (95-115 день), самое короткое - у сортов Альбион (74-108 дней) и у сорта Сельва (79-95 дней).

Период получения зрелой ягоды у исследуемых ремонтантных сортов в первый год жизни растений наиболее продолжительный (97-100 дней); в последующие годы он сократился (от 71 до 54 дней).

Выводы. В Приобской лесостепи производство земляники садовой идет в основном в открытом грунте при использовании сортов однократно плодоносящих. Потребление свежих ягод ограничивается одним месяцем.

Изучение и интродукция ремонтантных сортов земляники позволит интенсивнее использовать площади под ягодниками. Срок потребления экологически чистых ягод продлится до 3 месяцев.

В ходе изучения ремонтантных сортов нами определены перспективные для выращивания: Брайтон, Вима-Рина, Елизавета II.

Список литературы

1. Волкова Т.И. Ремонтантная земляника. - М.: Наука, 2000. - 107 с.
2. Панков И.А., Бухарова А.П. и др. Селекция земляники садовой: из глубин истории к новым горизонтам // Сб. тр. конф. Балашиха. - 2025. - С. 64-70.
3. Стольников Н.П., Лутов В.И. Промышленная культура земляники в Сибири. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2009. - 207 с.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых и орехоплодных культур. - Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. - 606 с.
5. Артанова Н.П., Канаметова А.В. и др. Особенности биологии и выращивания ремонтантных сортов земляники // Центральный научный вестник. - 2020. - Т. 5. - № 15–17. (104–106). - С. 3–8.
6. Андропова Н.В. Оценка ремонтантных и нейтральнотермических сортов земляники по продуктивности в условиях Брянской области // Вестник КРАСГАУ. - 2022. - № 2. - С. 79-84.
7. Хамурзаев С.М., Лабазанов И.И. Ремонтантная земляника: особенности биологии, агротехники, сорта // Сб. тр. конф. – Грозный, 2023.
8. Петрук В.А., Боровикова Т.В. Ремонтантная земляника в условиях лесостепи Сибири // Сб. тр. конф. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2024. - С. 260-264.
9. Сандалова Н.И., Пугачев З.М. Фенологические особенности сортов земляники садовой ремонтантного типа в условиях Северо-Востока Республики Беларусь // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 2. - С. 137-143.

<https://doi.org/10.26898/2026-7>

УДК 631.527:633.13

РЕЗУЛЬТАТЫ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ ЯРОВОГО ОВСА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

**Гаркушева Н.М., канд. биол. наук,
Уланов А.К., д-р с.-х. наук, доцент**

Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Сибирского
федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Улан-Удэ, Россия
e-mail: ulan-ude@sfscs.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения перспективных сортообразцов ярового овса в конкурсном сортоиспытании Бурятского НИИСХ – филиал СФНЦА РАН.

Исследования проведены в условиях резко континентального климата Республики Бурятия. Средняя урожайность изученных образцов варьировала от 24,5 до 28,5 ц/га. Наиболее высокая продуктивность отмечена у сортообразцов СП-249 и СП-502, урожайность которых выше стандартного сорта Догой на 2,1 и 1,4 ц/га соответственно. Установлены различия по элементам структуры урожая среди изучаемых образцов. По совокупности хозяйственно ценных признаков СП-249 и СП-502 являются перспективными для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: сорт, селекция, зерновые культуры, яровой овес, урожайность

Введение. Современные условия социально-экономической нестабильности обостряют проблему устойчивого развития сельского хозяйства, эффективность которого в значительной степени определяет уровень продовольственной самообеспеченности и безопасности населения страны [1, 2]. Республика Бурятия относится к региону с резко-континентальным климатом, где производственные процессы в АПК обусловлены повышенными затратами на производство и длительным периодом созревания растениеводческой продукции, при этом стоит отметить, что наибольшую долю в производстве занимает животноводческое направление. Животноводство напрямую зависит от продуктивности кормовых культур, которое потребляет до 75 % продукции растениеводства [3].

Овес является культурой универсального назначения, находящей широкое применение как в продовольственном, так и в кормовом производстве [4]. Яровой овес в Республике Бурятия является основной зернофуражной культурой, его ценность определяется экологической пластичностью и кормовой ценностью. В структуре посевных площадей Республики Бурятия яровой овес занимает второе место, так в 2024 году на его долю приходилось 34,2 % от общей площади зерновых и зернобобовых культур, валовой сбор составил 36,8 тыс. т зерна. Повышения урожайности и экономической устойчивости отводится качественным параметрам, прежде всего селекции и семеноводству. По данным Минсельхоза России, за счет селекционных достижений прирост урожайности зерновых культур составляет от 30 до 70,0 % [1].

Селекционерами Бурятского НИИСХ в разные годы были созданы сорта ярового овса Догой, Гэсэр, Мэргэн, Баргузин, районированные на территории Восточной Сибири. Генетическим материалом для них послужили как местные, так и инорайонные сорта и линии. Различия климатических условий в период их селекции способствовали созданию сортов с различными адаптивными способностями к изменчивым условиям аридной зоны.

Цель настоящей работы – представить результаты изучения сортов и сортообразцов ярового овса в конкурсном сортоиспытании Бурятского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН.

Методика селекционного процесса. Селекционная работа с яровым овсом в Бурятском НИИСХ ведется в направлении создания высокоурожайных, засухоустойчивых, среднеранних и среднеспелых сортов, устойчивых к полеганию, осыпанию и болезням для возделывания в различных почвенно-климатических зонах Бурятии и Восточной Сибири. Основным методом в селекционной работе с данной культурой является внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором из гибридных популяций 3-5 поколений.

Все питомники размещаются по чистому пару. Перед посевом проводят культивацию с последующим прикатыванием. Норма высева в питомниках составляет 4,5 млн всхожих семян/га; деланки размещают стандартным способом при трехкратной повторности опыта. Изучение селекционного материала проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5].

Создание новых сортов ярового ячменя в Республике Бурятия проводится в условиях сухостепной зоны, отличающейся недостаточным количеством атмосферных осадков и засушливыми периодами весенний и раннелетние периоды. Среднегодовая сумма осадков в

данной зоне равна 230–250 мм, безморозный период – 110–116 дней, сумма температур выше 10 °С – 1900–2000 [6].

Результаты исследований. В конкурсном сортоиспытании Бурятского НИИСХ в 2022–2024 гг. изучены сорта и сортообразцы ярового овса по урожайности и основным хозяйственно-биологическим признакам (см. таблицу). Стандарт – районированный сорт ярового овса Догой. В качестве контроля высевались районированные сорта Гэсэр Баргузин, Мэргэн, Сельма.

Средняя за три года урожайность изученных образцов варьировала от 24,5 до 28,5 ц/га. Наиболее высокую продуктивность сформировали сортообразцы СП-249 (28,5 ц/га) и СП-502 (27,8 ц/га), которые достоверно превысили стандартный сорт Догой со средней урожайностью 26,4 ц/га, так прибавка составила соответственно 2,1 и 1,4 ц/га. Снижение уровня урожайности по сравнению со стандартом зафиксировано у сортообразцов СП-135, С-252 и СП-88, что в среднем ниже стандарта на 1,6 ц/га.

Средняя урожайность и характеристика сортообразцов ярового овса в КСИ

Сорт/ сорто- образец	Урожайность по годам, ц/га			Средняя урожай- ность, ц/га	Продук- тивная кусти- стость, шт.	Длина метелки, см	Высота растений, см	Пленча- тость, %	Устойчи- вость к полеганию	Масса 1000 зерен, г
	2022	2023	2024							
Догой, st.	32,8	22,4	24,1	26,4	2,09	14,6	77	23,5	5	30,0
Гэсэр	29,3	22,3	23,3	25,0	1,66	13,0	77	23,3	5	28,5
Мэргэн	32,3	25,1	22,4	26,6	2,00	13,1	68	23,8	5	32,7
Сельма	33,5	22,1	22,9	26,2	1,45	12,9	66	25,8	5	33,1
Баргузин	35,1	24,6	21,6	27,1	2,01	13,5	72	25,3	5	32,0
СП 135	30,5	24,8	19,0	24,8	1,75	12,9	77	22,9	5	30,1
СП-502	32,8	25,5	25,1	27,8	2,27	16,3	75	24,7	5	31,2
С-252	30,9	22,7	19,9	24,5	1,94	13,7	77	24,2	5	31,1
СП-88	35,1	23,3	16,9	25,1	2,36	13,5	74	22,7	5	27,8
СП-249	37,6	25,6	22,4	28,5	1,89	14,7	75	23,0	5	30,9
НСР _{0,5}	1,81	1,05	1,62							

Продуктивная кустистость изменялась в пределах 1,45–2,36 шт., при максимальных значениях у сортообразцов СП-88 и СП-502, что может способствовать формированию большей продуктивности. Длина метелки варьировала от 12,9 до 16,3 см, при наибольшем показателе у образца СП-502, сочетавшего крупную метелку с высокой продуктивностью.

Высота растений составляла 66–77 см, что соответствует требованиям к сортам, устойчивым к полеганию. Все изученные сорта и линии характеризовались высокой устойчивостью к полеганию (5 баллов). Пленчатость зерна находилась в пределах 22,7–25,8 %, а масса 1000 зерен – 27,8–33,1 г, при наибольших значениях у районированных сортов Сельма, Мэргэн и Баргузин.

Таким образом, результаты конкурсного сортоиспытания свидетельствуют о достоверных различиях между сортами и сортообразцами ярового овса по уровню урожайности и элементам ее структуры. По совокупности признаков и урожайности наиболее перспективными являются сортообразцы СП-249 и СП-502, которые могут быть в дальнейшем использованы в селекционной работе. С 2025 года СП-502 (Тамир) передан на государственное сортоиспытание.

Список литературы

1. Родионова И.А., Бородастова Е.В. Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях санкционного давления // Аграрный вестник Урала. - 2025. - Т. 25. - № 08. - С. 1279–1288.

2. Найданова Э.Б., Тушкаева Л.В. Современное состояние и тенденции развития сельскохозяйственной отрасли Республики Бурятия // Материалы XXVII Международной научно-практической конференции «Байкальские экономические чтения». - Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2023. - С. 180–184.
3. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2013. - № 2. - С. 59–63.
4. Скрябин А.А., Фрольцова И.Н., Антипина А.А. Овес посевной – ценная злаковая культура // Е-СЦИО. - 2020. - № 8 (47). - С. 282–290.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - М., 1989. - Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры.
6. Убугунов Л.Л., Ральдин Б.Б., Убугунова В.И. Почвенный покров Бурятии как базовый компонент природных ресурсов Байкальского региона. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. - 53 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-8>
УДК 631.527:633.11:631.559

СТРУКТУРА УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Григорьев Ю.П., канд. с.-х. наук, в.н.с.,

Белан И.А., канд. с.-х. наук, в.н.с.,

Россеева Л.П., канд. с.-х. наук, в.н.с.

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: grigorev@anc55.ru

Аннотация. В статье приведены результаты полевой всхожести, сохранности, элементов продуктивности колоса и их влиянию на урожайность сорта и дигаплоидные генотипы яровой мягкой пшеницы в подтаёжной зоне Омской области. Анализ проведённых исследований выявил, что решающее значение в получении высокой урожайности имеют такие показатели как количество продуктивных стеблей к уборке, количество зёрен и вес зерна с колоса. Множественный корреляционный анализ показал, что урожайность сортов и дигаплоидов в основном зависела от массы зерна с колоса (83%) и продуктивной кустистости (16%). Наибольшая урожайность получена у ДГ 48 18 – 3,31 т/га, которая была обеспечена количеством продуктивных стеблей перед уборкой (340 шт./м²) и весом зерна с колоса (1,15 г).

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, урожайность, всхожесть, сохранность, структура

Введение. Пшеница – одна из основных культур в мире, обеспечивающих экономическую и продовольственную безопасность. Широкое распространение мягкой пшеницы обусловлено высокой кормовой и пищевой ценностью зерна, которое востребовано в Российской Федерации [1]. Современный уровень производства зерна пшеницы не удовлетворяет потребностям страны в обеспечении высококачественным продовольственным зерном. Возможности для расширения площадей яровой мягкой пшеницы с каждым годом уменьшаются, поэтому увеличение валового сбора зерна может идти главным образом за счёт подъёма урожайности [2].

Создаваемые сорта при высокой продуктивности и высоком качестве зерна должны характеризоваться комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, что особенно актуально в контрастных климатических условиях Омской области [3].

Урожайность яровой мягкой пшеницы во многом зависит от элементов структуры урожая, таких как густота стеблестоя, продуктивность колоса и крупность зерна, каждый из которых имеет решающее значение для развития и закрепления основных компонентов урожая, в конечном итоге определяющих урожай зерна [4].

Создание сортов, обеспечивающих формирование качественного зерна и обладающих высокой продуктивностью, является актуальным направлением исследований в нечернозёмной полосе Западной Сибири. Проблема создания сортов яровой мягкой пшеницы продовольственного назначения является актуальной и для севера Омской области [5].

Цель и задачи исследований: определение и изучение полевой всхожести, сохранности и элементов продуктивности колоса у сортов и дигамплоидов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаёжной зоны Омской области.

Методика исследований. Исследования проводились в 2022-2024 гг. в отделе северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ» в подтаёжной зоне Омской области. Объектами исследования являлись дигамплоидные генотипы яровой мягкой пшеницы, которые сравнивались с районированными в подтаёжной зоне среднеранними сортами: Памяти Азиева, Тарская 12 и Тарская юбилейная.

Почва опытного участка среднесиловатая, осолодевшая, тяжелосуглинистая. Предшественник – чистый пар. Норма высева – 6 млн всх. зёрен на 1 га, площадь делянки – 10 м², повторность 4-кратная. Структурный анализ проводился на закреплённых площадках площадью 0,25 м² в 2-кратной повторности в период конца восковой – начало полной спелости зерна.

Математическая обработка данных проводилась по Доспехову Б.А. и Сошниковой Л.А. и др. [6, 7].

Погодные условия 2022 года в период с мая по сентябрь были близкими к среднесиловатым показателям: температура воздуха выше нормы на 0,5 °С, а количество осадков 103 % от нормы. В 2023-2024 годы вегетационный период был не типичным для подтаёжной зоны, как по температурному режиму, так и по количеству осадков, что отразилось на росте, развитии и продуктивности растений. Вегетационный период 2023 г. отличался средней температурой воздуха выше нормы на 1,6 °С, а количество осадков – 115,5% от нормы, причём в июле выпало 146,6 мм осадков (226 % от нормы) при средней температуре воздуха на 2,5 °С выше нормы. В 2024 году средняя температура воздуха за период вегетации составила 13,9 °С (выше нормы на 1,2 °С), осадков за вегетационный период выпало 357,8 мм осадков, что составило 132,0% от среднесиловатых значений.

Результаты и обсуждение. В среднем за годы исследований (2022-2024 гг.) в течение вегетационного периода под влиянием почвенных и погодных условий густота стояния растений уменьшалась (табл. 1). Полевая всхожесть у изучаемых сортов и линий в среднем за годы исследований отличалась незначительно и находилась в пределах от 65 до 70%, наибольшее количество растений среди дигамплоидов отмечено у ДГ 50-3-1 (422 шт./м²), а среди сортов у Памяти Азиева (415 шт./м²). Процент сохранности растений варьировал от 73 до 78 %, при этом к уборке количество растений изменялось от 295 до 312 шт./м².

Одним из показателей, который существенно влияет на урожайность растений и значительно изменяется под воздействием природно-климатических условий, является продуктивная кустистость, которая у дигамплоидов находилась в пределах от 1,23 до 1,29 шт. и существенно не отличалась от районированных сортов. Наибольшее количество продуктивных стеблей к уборке (340 шт./м²) отмечено у ДГ 48-18.

Таблица 1

Полевая всхожесть и сохранность растений яровой мягкой пшеницы (среднее за 2022–2024 гг.)

№ п/п	Сорт, линия	Полевая всхожесть		Сохранность растений		Количество стеблей, шт./м ²		Кустистость, шт.	
		шт./м ²	%	шт./м ²	%	всего	продук- тивных	общая	продук- тивная
1	Памяти Азиева	415	69	303	73	374	297	1,23	0,98
2	Тарская 12	406	68	310	76	384	329	1,24	1,06
3	Тарская юбилейная	400	67	312	78	396	337	1,27	1,08
4	ДГ 50-3-1	422	70	311	74	384	327	1,23	1,05
5	ДГ 48-3	410	68	300	73	376	321	1,25	1,07
6	ДГ 48-16	392	65	295	75	378	307	1,28	1,04
7	ДГ 48-18	408	68	310	76	400	340	1,29	1,10

Результаты проведённого анализа элементов продуктивности колоса (табл. 2) показывают, что длина колоса у ДГ-линий колебалась от 8,5 до 8,7 см и была сопоставима с сортом Тарская юбилейная (8,8 см), но значительно превышала длину колоса сортов Памяти Азиева (7,1 см) и Тарская 12 (7,2 см). Аналогичные показатели получены и по количеству продуктивных колосков: у ДГ-линий и сорта Тарская юбилейная варьировали от 12,9 до 13,4 шт., а сорта Памяти Азиева и Тарская 12 уступили им (12,4 шт.). Сорта Памяти Азиева и Тарская 12 характеризовались более плотными колосьями (17,5 и 17,2 шт. продуктивных колоска на 10 см колоса), чем дигамплоиды и сорт Тарская юбилейная, плотность колосьев которых не превышала 15,5 шт. По количеству зёрен и весу зерна с колоса ДГ-линии значительно превосходили сорта Памяти Азиева и Тарская 12, более высокие показатели получены у линии ДГ48-18: 31,8 шт. и 1,15 г соответственно. Самое крупное зерно выявлено у сорта Тарская юбилейная – 42,8 г, самое мелкое – у сорта Тарская 12 (30,5 г); зерно ДГ-линий имело средний размер (масса 1000 зёрен – 34,2-35,6 г), что сопоставимо с зерном сорта Памяти Азиева, масса 1000 зёрен которого составила 33,6 г.

Таблица 2

Структурный анализ и урожайность яровой мягкой пшеницы (среднее за 2022–2024 гг.)

№ п/п	Сорт, линия	Анализ колоса					Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, т/га
		длина колоса, см	количество продуктивных колосков, шт.	плотность колоса	количество зёрен, шт.	вес зерна, г		
1	Памяти Азиева	7,1	12,4	17,5	27,2	0,93	33,6	2,86
2	Тарская 12	7,2	12,4	17,2	29,4	0,89	30,5	2,84
3	Тарская юбилейная	8,8	13,4	15,2	32,0	1,40	42,8	3,71
4	ДГ 50-3-1	8,7	13,2	15,2	31,2	1,12	34,9	3,16
5	ДГ 48-3	8,6	13,1	15,2	29,3	1,00	34,2	3,14
6	ДГ 48-16	8,5	12,9	15,2	31,1	1,12	35,6	3,25
7	ДГ 48-18	8,5	13,2	15,5	31,8	1,15	35,3	3,31

Урожайность дигамплоидных линий варьировалась в пределах от 3,14 до 3,31 т/га, наибольшие прибавки относительно сортов Памяти Азиева и Тарская 12 получены у дигамплоида ДГ 48-18, которые составили 0,45 и 0,47 т/га соответственно.

По результатам корреляционного анализа выявлена связь урожайности с отдельными элементами продуктивности колоса. Существенное влияние на формирование урожайности оказывали продуктивная кустистость, число и масса зерна с колоса (коэффициент

корреляции колебался от 0,81 до 0,98). Множественный корреляционный анализ показал, что урожайность сортов и дигиплоидов за годы изучения в основном зависела от массы зерна с колоса (83%) и продуктивной кустистости (16%).

Заключение. Результаты проведённого структурного анализа яровой мягкой пшеницы в подтаёжной зоне показали, что длина колоса и его плотность не являются основными слагаемыми в получении высокой урожайности, решающее значение имеют такие показатели как количество продуктивных стеблей к уборке и вес зерна с колоса. Наибольшая урожайность получена у ДГ 48-18 – 3,31 т/га, которая была обеспечена количеством продуктивных стеблей перед уборкой (340 шт./м²) и весом зерна с колоса (1,15 г). На основе множественного корреляционного анализа установлено, что урожайность изучаемых генотипов в основном зависела от массы зерна с колоса (83%) и продуктивной кустистости (16%).

Список литературы

1. Белан И.А. и др. Изучение адаптивных и хозяйственно ценных признаков у нового сорта яровой мягкой пшеницы Сигма 5, созданного на основе дигиплоидной линии // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2024. – Т. 10. – № 3. – С. 158-165.
2. Григорьев Ю.П., Белан И.А. Экологическое сортоиспытание среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы в подтаёжной зоне Омской области // Научная жизнь. – 2018. – № 6. – С. 69–76.
3. Россеева Л.П. и др. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7 (153). – С. 5-12.
4. Шелаева Т.В., Джазина Д.М., Каиржанов Е.К. Урожайность и ее структурные элементы у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2 (62). – С. 62-68.
5. Пыко Т.Ю., Васюкевич С.В., Григорьев Ю.П., Белан И.А. Новые сорта овса и яровой мягкой пшеницы для возделывания в подтаёжной зоне // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Сибири: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельского хозяйства: сб. науч. тр. – Омск, 2018. – С. 209-212.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Махнач Л.А. Многомерный статистический анализ: практикум. – Минск: БГЭУ, 2004. – 162 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЗОЛОТИСТОЙ

Гусева Н.К., канд. с.-х. наук,

Васильева Н.А., с.н.с.

Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Улан-Удэ, Россия
e-mail: natali210589@mail.ru

Аннотация. В данной статье обобщены многолетние исследования по сортоизучению инорайонных сортов золотистой смородины. Результаты исследований проводились на участке первичного сортоизучения в сравнении с лучшим стандартным сортом Алтаргана бурятской селекции. Объектами исследований являлись инорайонные сорта НИИСС им. М.А. Лисавенко смородины золотистой - Отрада, Левушка, Ида, Барнаульская, Подарок Ариадне. Все изучаемые сорта инорайонной селекции имеют преимущество над стандартным сортом Алтаргана по некоторым показателям. Они обладают высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью, жаровыносливостью в данном регионе. Урожайность выше стандартного сорта. В условиях сухостепной зоны Бурятии сорта ежегодно плодоносят. Средняя урожайность по сортам составляет от 5,5 до 5,7 кг с куста, у контрольного сорта – 5,4 кг с куста. Все изучаемые сорта крупноплодные. Средняя масса ягод – 1,2-3,2 г, у контрольного сорта – 1,1-1,8 г. Изучаемые сорта в условиях Бурятии имеют высокое содержание биохимического состава. По результатам сортоиспытания все сорта обладают устойчивостью к основным болезням и вредителям.

Ключевые слова: золотистая смородина, сортоизучение, зимостойкость, засухоустойчивость, урожайность, вредители и болезни, БАВ

Новая садовая культура смородина золотистая в Западном Забайкалье ценится за высокую зимостойкость, засухоустойчивость и жаростойкость. Смородина золотистая нетребовательна к местоположению и почве, обладает комплексом хозяйственно-ценных признаков, практически не поражается болезнями и вредителями. Эта культура скороплодная и ежегодно плодоносит [1, 2]. Все перечисленные характеристика смородины золотистой показывают, что ее с успехом можно выращивать в Забайкалье. Для садоводов-любителей нашего региона она является ценным источником биологически активных веществ необходимых для питания населения [3, 4].

Цель исследований – провести сортоизучение инорайонных сортов золотистой смородины по хозяйственно ценным признакам.

Объектами исследований являлись инорайонные сорта НИИСС им. М.А. Лисавенко смородины золотистой - Отрада, Левушка, Ида, Барнаульская, Подарок Ариадне. В качестве контрольного сорта использовался сорт бурятской селекции Алтаргана. Исследования проводились с 2018 по 2024 г. По изучаемым сортам изучали основные параметры, согласно методике [5].

В условиях Бурятии с резко-континентальным климатом смородина золотистая является ценной ягодной культурой, особенно для сухостепной и степной зоны, где другие виды смородины плохо растут. Работа по совершенствованию сортимента смородины золотистой для выращивания в экстремальных условиях Бурятии проводится с изучением инорайонных сортов. На сортоизучении находятся 5 сортов алтайской НИИСС им. М.А. Лисавенко: Отрада, Левушка, Ида, Барнаульская, Подарок Ариадне.

Исследования проводились по фенологическим фазам, зимостойкости, засухоустойчивости, урожайности, устойчивости болезням и вредителям. Изучение

фенологии сортов заключается в исследовании выращивания в экологических условиях Бурятии. Наступление фенологических фаз изучаемых сортов проходят к средним многолетним данным.

В результате сортоизучения золотистой смородины, установлено, что сорта инорайонной селекции начинают вегетацию с 28 апреля, в сравнении с контрольным сортом Алтаргана бурятской селекции на 3 дня позже при среднесуточной температуры воздуха $+3...+9^{\circ}\text{C}$.

Цветение золотистой смородины начинается по среднемноголетним данным в третьей декаде мая, у контрольного сорта Алтаргана – 25-27 мая, у инорайонных сортов – 27 мая - 1 июня. Для начала цветения данных сортов золотистой смородины требуется сумма эффективных температур – $110-130^{\circ}\text{C}$.

Конец роста по всем инорайонным сортам проходит в третьей декаде июля, у контрольного сорта вторая декада июля, в сроки близкие к средним многолетним.

Окончание вегетации наблюдается в конце сентября – вторая декада октября – у инорайонных сортов, у контрольного сорта – вторая декада сентября – первая декада октября.

Длина вегетационного периода по сортам составила – 172-176 дней, у контрольного сорта - 160-163 дня. У изучаемых сортов алтайской селекции вегетационный период длиннее контрольного сорта на 13-14 дней.

Формирование урожая зависит от биологических особенностей сорта и агроклиматических условий. Средняя урожайность по годам варьировала от 4,8 до 6,2 кг с куста (см. таблицу).

В условиях резко-континентального климата зимостойкость является одним из наиболее важных признаков. Наиболее зимостойкими, не имевшие повреждений ветвей и генеративных почек, оказались сорта Левушка, Ида, Отрада, Подарок Ариадне и контрольный сорт Алтаргана. Данные сорта не имели подмерзаний, перенесли температурный минимум – $39,5-42^{\circ}\text{C}$. Подмерзание ветвей имел сорт Барнаульская в 1 балл (подмерзли концы однолетних побегов).

Урожайность сортов золотистой смородины, кг/куст (год посадки - 2015, схема посадки – 3,0 x 1,5 м)

Сорт	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Средняя урожайность	Отклонения от контроля
Алтаргана	4,8	5,2	5,4	5,6	5,5	5,6	5,8	5,4	–
Отрада	5,0	5,4	5,7	5,7	5,8	5,8	5,9	5,6	+ 0,2
Левушка	5,1	5,3	5,5	5,5	5,7	5,8	6,0	5,5	+ 0,1
Ида	5,2	5,3	5,7	5,9	5,9	6,0	6,2	5,7	+ 0,3
Барнаульская	4,9	5,0	5,5	5,5	5,8	5,8	5,8	5,4	–
Подарок Ариадне	5,0	5,2	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	5,6	+ 0,2

По результатам сортоизучения данные сорта не имели повреждения по вредителям и поражения по болезням. Изучаемые сорта имеют высокую устойчивость к основным болезням и вредителям в условиях резко-континентального климата Бурятии. Самоплодность у изучаемых сортов варьировала от 45 до 60 %.

По результатам сортоиспытания сортов алтайской селекции по биохимическому составу на содержание витамина С – выделился сорт Ида (47,9 мг%). Высокое содержание пектина – 1,3 % и содержание сахаров – 13,3 %, также у сорта Ида.

Вкусовые достоинства золотистой смородины зависят от содержания сахаров и кислот, наличия дубильных веществ. Данные сорта золотистой смородины имеют хороший кисло-сладкий вкус, сорт Подарок Ариадне – сладкий вкус (4,8 б.). Все сорта универсального назначения.

По результатам сортоизучения данные сорта могут расти и плодоносить в условиях резко-континентального климата. Важной генетической особенностью сортов является

способность сохранять относительно постоянных биохимический состав в данных климатических условиях.

Заключение. В условиях сухостепной зоны Бурятии сорта ежегодно плодоносят. Средняя урожайность по сортам составляет от 5,5 до 5,7 кг с куста, у контрольного сорта – 5,4 кг с куста. Все изучаемые сорта крупноплодные. Средняя масса ягод – 1,2-3,2 г, у контрольного сорта – 1,1-1,8 г. Изучаемые сорта в условиях Бурятии имеют высокое содержание биохимического состава. По результатам сортоиспытания все сорта обладают устойчивостью к основным болезням и вредителям.

Список литературы

1. Салыкова В.С., Штиль Л.В. Смородина золотистая алтайской селекции – ценный источник биологически активных веществ // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 9 (186). – С. 236-244. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-236-244.
2. Санкин Л.С., Салыкова В.С. Смородина золотистая в Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 7. – С. 28-30.
3. Сорокопудов В.Н., Бурменко Ю.В. Смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.): биологические особенности и перспективы культивирования. – М., 2017. – 129 с.
4. Сорокопудов В.Н., Бурменко Ю.В., Куклина А.Г., Нигматзянов Р.А. Селекция и сорта смородины золотистой // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 41-44.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИСПК, 1999. – 608 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-10>

УДК 633.11:632.4:632.7

РОЛЬ РЖАВЧИННЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Давлатова О.С., канд. с.-х. наук, с.н.с.,
Аъзамов У.О., с.н.с.

Институт почвоведения и агрохимии ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан
e-mail: ozoda.83@mail.ru; umron.1983@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований (2018-2022 гг.), по распространению, вредоносности жёлтой и бурой ржавчины а также основных вредителей, мягкой пшеницы в агроценозах Таджикистана. Определена эффективность генов устойчивости Yg и Lg, выявлены сорта пшеницы с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям. Показана практическая значимость селекционного подхода как экологически безопасного и экономически эффективного элемента системы защиты пшеницы. Полученные результаты могут быть использованы в селекционных программах.

Ключевые слова: мягкая пшеница, желтая и бурая ржавчина, вредители, устойчивые сорта, эффективность, гены, селекция, Таджикистан

Введение. В последние фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в Таджикистане заметно изменилось, и в последние два года актуальной проблемой стала болезнь жёлтая ржавчина. Эта болезнь в течение 2007-2008 годов находилась в депрессии [1]. В последние два года отмечено её усиление, особенно в предгорных районах Таджикистана. В период 2010 года в Таджикистане в условиях предгорной и долинной зоны

на посевах озимой пшеницы жёлтая ржавчина развивалась до эпифитотийного уровня, чем заметно снизила продуктивность культуры.

В связи с изменением структуры посевных площадей и интенсификацией сельского хозяйства за последние 20 лет в Таджикистане создаются агроценозы основной зерновой культуры - мягкой пшеницы. Вследствие этого отмечается резкое снижение биоразнообразия, стимуляция быстрой эволюции патогенных микроорганизмов и вредителей, относительно регулярные вспышки болезней и вредителей.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2018-2022 гг. в Центральном Таджикистане. Оценивались распространение и вредоносность жёлтой (*Puccinia striiformis* West.) и бурой (*Puccinia tritici* Eriks.) ржавчины, эффективность генов устойчивости Yr и Lr, а также устойчивость районированных сортов к основным вредителям.

Результаты и обсуждение. В результате исследования было установлено, что массовые вспышки жёлтой и бурой ржавчины в Таджикистане повторяются в среднем 3-4 раза за 10 лет, вызывая значительные потери урожая и ухудшение качества зерна [2]

Экспериментально установлено, что наиболее эффективными генами устойчивости жёлтой ржавчины у взрослых растений оказались Yr5, Yr8, Yr10, Yr15, Yr17, YrSP, а бурой ржавчины - Lr1, Lr2a, Lr3Ka, Lr12, Lr13, Lr15, Lr16, Lr18, Lr23, Lr28, Lr29, Lr37 и пирамида генов Lr10, Lr27+31. Перечисленные гены рекомендованы для использования в селекционных программах по созданию устойчивых сортов пшеницы в условиях Таджикистана и на основе этих генов создана новый сорт мягкой пшеницы «Анвар» выведен коллективом авторов лаборатории селекции пшеницы и ячменя, а также отдела защиты растений Института земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук. Сорт этой пшеницы в 2016 году был сдан на государственные сортоиспытания и в 2020 был районирован.

В результате селекционной работы районированы сорта «Ормон» и «Шумон», обладающие высокой устойчивостью к ржавчинным болезням, а также сорта «Садокат» и «Алекс» с средней устойчивостью, перспективные для производства [2, с. 138-145].

Таким образом, разработка методологии создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к болезням напрямую зависит от знания эволюционного потенциала наиболее вредоносных видов и генетического разнообразия устойчивости. Наши исследования сосредоточены на изучение изменчивости популяций жёлтой и бурой ржавчины, а также генетической коллекции доноров устойчивости и предоставление исходного материала для селекции.

Основные вредители пшеницы. В последние годы на посевах пшеницы в Таджикистане отмечается рост численности красногрудой пядицы (*Oulema melanopus* L.), которая представляет наибольшую опасность. В годы с благоприятными условиями (выпадение осадков в первой половине мая) численность вредителя превышает экономический порог вредоносности, что требует проведения однократной инсектицидной обработки. Проведёнными исследованиями установлено, что наиболее устойчивыми сортами оказались: Ормон, Академия -16, Сомони, Ориён и Вахрабо обладают высокой устойчивостью к этому вредителю [4, с. 6-7].

Вредная черепаха (*Eurygaster integriceps* Put.) широко распространена в Согдийской области, особенно в Истаравшанском, Спитаменском, Зафарабадском и Исфаринском районах. Наибольшая эффективность защитных мероприятий достигается, когда их проводят в фазе выхода растений в трубку. Именно в этот период отмечается перелёт из мест зимовки взрослых клопов вредной черепахи [3, с. 39-40].

Богарный хрущ (*Rhizotrogus solstitialis* L.) имеет широкое распространение на богарных посевах злаковых культур в Дангаринском районе Хатлонской области. При высокой численности вредителя (> 50% повреждённых растений) эффективной мерой является глубокая вспашка почвы (35-40 см) с последующим дискованием. Данная агротехническая мера позволяет снизить численность вредителя и обеспечить получение устойчивых урожаев

пшеницы в течение 3-4 лет. Однако на таких участках затем можно высевать кунжут или выращивать богарный арбуз [3, с. 39-40].

Разнообразие болезней и вредителей пшеницы в агроценозах Таджикистана требует оперативной диагностики и научно обоснованного управления их численностью. Разработка устойчивых сортов должна основываться на изучении эволюционного потенциала фитопатогенов, генетического разнообразия источников устойчивости и интеграции селекционных, химических и агротехнических мер защиты растений.

Создание и внедрение устойчивых сортов пшеницы является ключевым направлением повышения стабильности зернового производства в условиях Таджикистана. интеграция селекционных, агротехнических и химических мер защиты позволяет снизить фитосанитарную нагрузку и обеспечить устойчивое развитие аграрного сектора, что имеет практическое значение для всех стран.

Список литературы

1. Джалилов А.У., Эшанова З.Ш. и др. Результаты изучения расового состава возбудителя жёлтой ржавчины пшеницы в Центральном Таджикистане // Доклады ТАСХН. - 2008. - № 1 (15). - С. 28-32.
2. Давлатова О.С. Влияние изменения климата на распространение болезней пшеницы в условиях Таджикистана // Республиканская научно-практическая конференция «Обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства в условиях изменения климата». - Душанбе, 2025. - С. 219-224.
3. Давлатова О.С., Джалилов А.У., Эшанова З.Ш., Каримчанов С. Гены устойчивости жёлтой ржавчины пшеницы в Таджикистане // Учёные записки серия естественные и экономические науки Худжандского государственного университета им. акад. Бобаджана Гавурова. - 2017. - № 2 (41). - С. 138-145.
4. Хикматзода К. Биоэкологические особенности красногрудой пиявицы на озимой пшенице в Гиссарской долине Таджикистана и разработка мер борьбы с ней // Отчёт доктора PhD. - Душанбе, 2020. - С. 6-7.

<https://doi.org/10.26898/2026-11>

УДК 631.854: 631.155.312

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАГОТОВКИ СИЛОСА В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Демидова А.И., канд. с.-х. наук, доцент,

Носкова В.И., канд. техн. наук, доцент,

Кличханов Э.И., магистрант

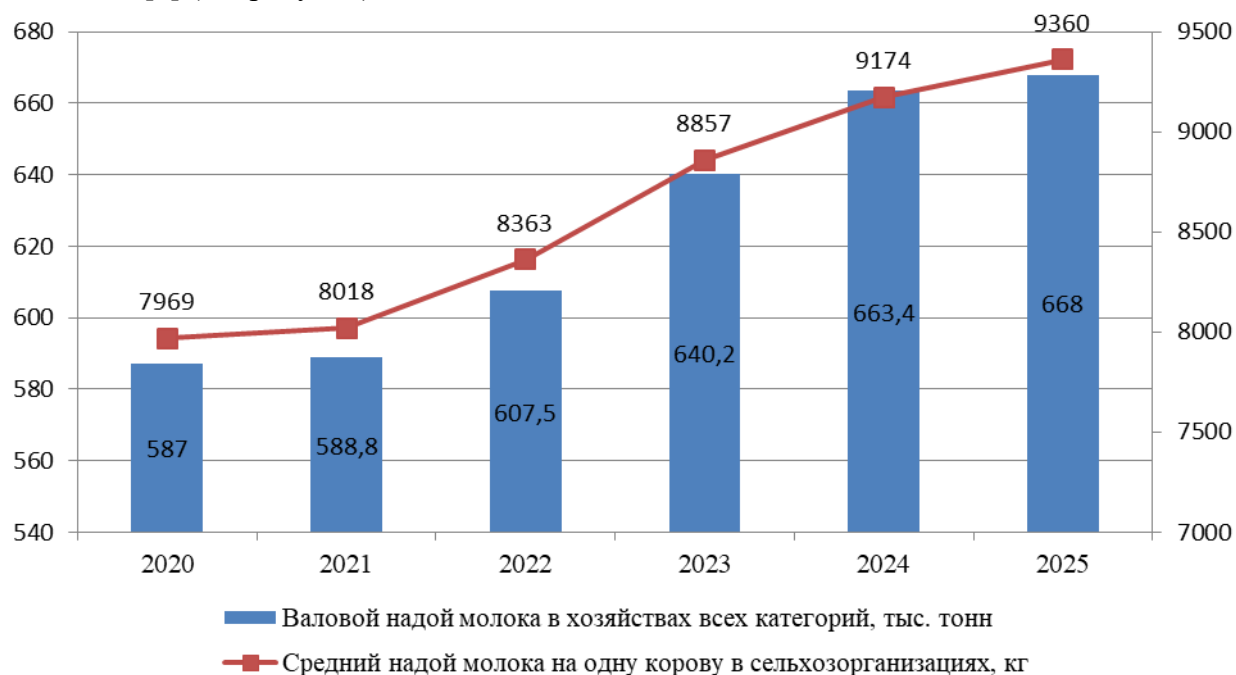
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина,
Вологда, Россия

e-mail: vologdademidova@mail.ru; noskovaarev@mail.ru; parenek_1337@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена агротехнологическим приемам заготовки силоса в Вологодской области. Силос является важным кормовым ресурсом для животноводства, обеспечивающим высокую его продуктивность. В статье анализируются особенности технологии заготовки силоса применительно к агроклиматическим условиям региона. Особое внимание уделено проблемам микробиологического состава силоса, воздействию неблагоприятных погодных факторов и влиянию технологических нарушений на качество производимого продукта.

Ключевые слова: технология заготовки, силос, кормовые культуры, травосмеси, препараты-консерванты

Вологодская область традиционно является регионом с развитым молочным скотоводством. За последнее время объём производства сырого молока в хозяйствах стабильно увеличивается. Так, в 2025 году в регионе достигнут исторический рекорд по продуктивности коров: в среднем на одну фуражную корову пришлось 9360 килограммов молока, что на 201 кг, или 2,2% больше, чем в 2024 году, или 101% к плановому показателю на 2025 год [1] (см. рисунок).



Динамика производства молока и молочной продуктивности коров в Вологодской области за 2020-2025 гг.

Хозяйства региона реализуют молоко-сырье, соответствующее высшему и первому сортам, что обеспечивает стабильно высокое качество нашей продукции. За прошлый год 99,1% молока сдано высшим и первым сортами, из них 81,7% – высшим [1]. По общему объёму производства молока лидируют: 163,7 тыс. т – Грязовецкий округ, 163,4 тыс. т – Вологодский округ, 59,2 тыс. т – Шекснинский округ. Основная доля производства (около 97%) приходится на крупные сельскохозяйственные организации региона. Крестьянские фермерские хозяйства производят 2,4% молока, личные подсобные – 1,2% [2].

Общеизвестно, что основой для повышения рентабельности молочного скотоводства является кормопроизводство, обеспечивающее производство молока за счет собственных объемистых кормов. Наиболее соответствующим современным требованиям и ресурсосберегающим вариантом заготовки кормов для КРС является силосование [3]. Качественный силос – это молокогонный корм, по питательной ценности близкий к зеленой траве, поэтому применение его в агропредприятиях со специализацией молочное скотоводство основа прочной кормовой базы для обеспечения высоких показателей продуктивности животных и реализации их генетического потенциала [3, 4].

Качество силоса оказывает влияние не только на количество получаемого молока, но и на его технологические свойства, в частности сыропригодность. Так, в молоке, направляемом на производства сыра, определяют дополнительно к показателям сорта содержание спор лактатсбраживающих маслянокислых бактерий. Возбудителями маслянокислого брожения являются маслянокислые бактерии рода *Clostridium* (чаще *C. tyrobutiricum*, *C. butiricum*) [5]. В молоко маслянокислые бактерии попадают из

некачественного силоса, основой консервирования которого послужило маслянокислое, а не молочнокислое брожение. Такой силос имеет низкую кормовую ценность, неохотно поедается животными и является источником маслянокислых бактерий.

Для развития молочнокислых бактерий необходимо, чтобы силосуемые смеси содержали достаточно большое количество углеводов, что может быть достигнуто правильным подбором компонентов силосуемой массы [6]. Углеводы силоса – это основной источник питательных веществ для молочнокислых бактерий, и при достаточном их количестве молочнокислое брожение протекает интенсивнее. Маслянокислые бактерии развиваются при значениях активной кислотности, близких к нейтральным, при кислотности среды 4,5 ед. pH данные микроорганизмы прекращают свое развитие. Поэтому соблюдение агротехнологических приёмов заготовки силоса является основной составляющей получения качественного корма [5, 7].

Традиционно в хозяйствах Вологодской области основным видом корма для крупного рогатого скота является силос. Для его приготовления возделываются различные кормовые культуры, в том числе многолетние бобово-злаковые травы. Типовая технология заготовки зеленой массы клеверо-злаковой смеси на силос включает несколько этапов, каждый из которых важен для получения качественного корма. Качество силоса непосредственно зависит от содержания сухого вещества в растениях, правильности измельчения, уплотнения и герметизации силосной массы.

Технология заготовки силоса на предприятии общепринятая, включает следующие технологические приёмы. Выбор времени уборки – это критически важный этап. Оптимальное время уборки клеверо-злаковой смеси на силос определяется по фенологической фазе развития и содержанию сухого вещества (СВ). Для обеспечения качества силосования содержание СВ должно составлять 30–35%. Более низкое содержание СВ приводит к развитию нежелательных микроорганизмов и образованию уксусной кислоты вместо молочной, что снижает питательную ценность силоса и может привести к его порче. Более высокое содержание СВ затрудняет уплотнение и приводит к потере питательных веществ при сушке. Определение СВ проводят с помощью специальных приборов (например, измерителей сухого вещества) или в лабораторных условиях. Внешние признаки готовности к уборке трав определяют по фенологической фазе развития для клевера лугового - бутонизация - начало цветения (в зависимости от сорта и целей). Для злакового компонента - фаза начала колошения - молочной спелости (зависит от вида злака и желаемого соотношения клевера и злаков в смеси) [8].

Для уборки зеленой массы используют специализированную технику. Так, косилки-измельчители одновременно скашивают и измельчают массу до необходимой длины (не более 1-2 см). Более крупное измельчение затрудняет уплотнение и способствует образованию воздушных карманов.

Быстрая транспортировка к месту закладки силоса критически важна. Задержка приводит к потере сухого вещества и снижению качества силоса. Используют автотранспорт с кузовами, обеспечивающими защиту от осыпания массы.

Выбор силосной емкости: на предприятиях зависит от объёмов производимых кормов, зелёная масса закладывается на хранение в специальные силосные траншеи, общий объем которых достигает до 10000 т готового силоса. Уплотнение: самый важный этап, плохое уплотнение приводит к образованию воздушных карманов, развитию гнилостных процессов и потерям. Для трамбовки используют тяжёлую технику с навесным оборудованием.

После заполнения емкости ее герметизируют, чтобы предотвратить доступ воздуха. Например, используют пленку двух типов различной плотности. Первый тип плёнки вакуумная плёнка для более сильного прилегания и лучшего обволакивания силоса, для максимального предотвращения попадания воздуха в массу. Далее поверх вакуумной пленки накладывается более плотная, непрозрачная плёнка для защиты от УФЛ (ультрафиолетовые лучи). Третьим слоем накладывается плотная сетка из нейлоновых волокон для прижатия и

фиксации пленки. Вся эта укрывная конструкция фиксируется различными способами. Для ускорения и улучшения процесса силосования используют специальные препараты-консерванты (на основе органических кислот или бактериальных культур). Они подавляют развитие нежелательных микроорганизмов и стимулируют развитие молочнокислых бактерий. Не используются консерванты таких производителей, как: Бест-Сил, Лактограс FS, Биотал МайзКул НС Голд и др. [6].

Консерванты вносятся в момент подбора массы силосным комбайном через форсунку во время погрузки, согласно инструкции по применению. Силос созревает в течение 4–6 недель за счет накопления молочной кислоты, которая обеспечивает консервацию корма, поэтому в данный период силосованную массу не трогают. После созревания силос извлекают и используют для кормления животных. Чтобы предотвратить порчу силоса, важно избегать длительного контакта силосной массы с воздухом [3, 6].

Таким образом, силосование клеверо-злаковых смесей остается наиболее эффективным ресурсосберегающим методом заготовки объемных кормов для молочного животноводства на Северо-Западе РФ. Качество силоса напрямую обеспечивает молочную продуктивность КРС. Соблюдение агротехнологий – от оптимального времени уборки до тщательного уплотнения и герметизации траншей обеспечивает получение высококачественного силоса, близкого по ценности к зеленой траве, а также позволяет реализовать генетический потенциал животных, создать собственную устойчивую кормовую базу.

Список литературы

1. Публичный годовой отчет о результатах деятельности Министерства сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области за 2025 год / М-во сельского хоз-ва и продовольственных ресурсов Вологодской области. - URL: agro.gov35.ru.
2. Глодина А.В., Бургомистрова О.Н., Носкова В.И., Бургомистров Н.Е. Анализ показателей производства молока в аспекте сезонности в Вологодской области // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – № 1 (57). – С. 56-71.
3. Чухина О.В., Демидова А.И., Малков Н.Г. и др. Особенности уборки смешанных посевов кукурузы на силос на Европейском Севере РФ // АгроЭкоИнженерия. – 2025. – № 1 (122). – С. 88-104.
4. Демидова А.И., Носкова В.И. Интеграция аграрного образования и науки // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: сб. науч. тр. – Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 294-295.
5. Фролова О.С., Смирнова М.Д. Микробиологическое исследование силоса // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. – Вологда: Изд-во ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА им.Н.В. Верещагина, 2024. – С. 163-167.
6. Малков Н.Г., Чухина О.В., Демидова А.И., Чечулина В.Д. Влияние технологических приемов производства зеленой массы на качество заготовки силоса // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2020. – № 1 (102). – С. 91-100.
7. Малков Н.Г., Перекопский А.Н., Чухина О.В. и др. Эффективность агротехнологических приемов возделывания многолетних бобово-злаковых трав // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 1 (114). – С. 103-115.
8. Володина Т.И., Чухина О.В., Демидова А.И. Потребление азота, сбор протеина культурами севооборота под влиянием минеральной и органических систем удобрений // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 4 (36). – С. 31-45.

ВЛИЯНИЕ ФОНОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА У СЕЛЕКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЗА 2023–2025 гг.

Дмитрова Е.С., аспирант

Научный руководитель – Цаценко Л.В., д-р биол. наук, проф.

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,

Краснодар, Россия

e-mail: 79197323800@mail.ru

Аннотация. В условиях полевого опыта в 2023–2025 гг. было изучено влияние пяти уровней минерального питания на количество листьев у девяти селекционных материалов сахарной свеклы. Учет проводился в июле, августе и сентябре. Согласно результатам исследований, некоторые генотипы, такие как гибрид Первомайский, Луч и материнская линия МС (11348×11301), значительно увеличивают листовую массу при повышении доз удобрений, в то время как гибрид Крокус и линии - Оп сохраняют стабильность.

Ключевые слова: сахарная свекла, селекция, листовой аппарат, минеральное питание, генотипическая пластичность, вегетационный период, адаптивность

Изучение формирования листового аппарата у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) имеет важное значение в селекционной и агрономической практике, поскольку количество и функциональная активность листьев напрямую влияют на фотосинтетический потенциал растения и, как следствие, на накопление сахарозы в корнеплодах [6]. Еще в начале XX в. выдающийся русский агроном и селекционер А.И. Дорофеев одним из первых начал систематически исследовать зависимость морфологических признаков сахарной свеклы от условий выращивания, включая минеральное питание [1]. С тех пор стало общепринятым, что в течение полного вегетационного периода у сахарной свеклы может формироваться от 30 до 60 листьев в зависимости от генотипа, климатических условий и уровня агрофона [2]. Однако на практике, в условиях конкуренции и естественного опадения нижних листьев, одновременно функционирует значительно меньшее количество - обычно 8-20 листьев [5].

В рамках разработки новых сортов растений, современные селекционные программы уделяют внимание не только повышению урожайности и сахаристости, но и способности сортов противостоять различным стрессам, включая недостаток важных удобрений. Исследование того, как листва различных селекционных образцов сахарной свеклы реагирует на изменения концентрации азота, фосфора и калия (NPK), позволяет выявить генотипы, которые обладают наибольшей пластичностью и способностью к адаптации.

Полевой опыт был заложен на базе ФГБНУ Первомайская СОС в 2023-2025 гг. Проводился учет количества листьев у девяти селекционных образцов сахарной свеклы в июле, августе и сентябре - ключевые фазы развития растений. Испытывались пять фонов минерального питания:

- фон I - контроль (без удобрений);
- фон II - $N_{30}P_{30}K_{30}$;
- фон III - $N_{60}P_{60}K_{60}$;
- фон IV - $N_{90}P_{90}K_{90}$;
- фон V - $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Оценка проводилась на постоянных учетных делянках по общепринятой методике: подсчитывали количество полностью развившихся зеленых листьев у 10 растений на повторности.

Анализ данных показал, что количество листьев у всех образцов увеличивалось от июля к августу, достигая пика в большинстве случаев именно в этот период, а затем несколько снижалось к сентябрю - это соответствует биологическим особенностям культуры. Однако характер и степень реакции на фоны удобрений существенно варьировали в зависимости от генотипа.

В ходе трёхлетних наблюдений независимо от условий выращивания максимальные показатели формирования листовой массы продемонстрировали сорта Луч и Первомайский. У гибрида Первомайский на фоне V ($N_{120}P_{120}K_{120}$) в августе 2024 г. зафиксирован максимум - 36 листьев, при этом даже в контроле в августе 2024 г. наблюдалось 29 листьев, что указывает на высокий базовый потенциал и хорошую отзывчивость на удобрения. В то же время гибрид Луч продемонстрировал схожую ситуацию, особенно на фоне IV и фоне V, где в августе 2025 г. количество листьев достигало 37 шт.

Материнская линия МС (11348×11301) продемонстрировала выраженную положительную реакцию на повышенные дозы удобрений: на фоне V ($N_{120}P_{120}K_{120}$) в августе 2025 г. у нее было зафиксировано максимальное значение среди всех изученных образцов - 37 листьев. В то же время в контроле в тот же период количество листьев составляло лишь около 21 шт., что свидетельствует о высокой фенотипической пластичности данного селекционного материала и его сильной зависимости от уровня агрофона.

Отцовских компоненты Оп Мр, Оп Фа и Оп 6279 характеризовались умеренным формированием листового аппарата независимо от уровня минерального питания почвы. Наибольший показатель зафиксирован у Оп 6279 - 32 листа при выращивании на фоне II и III в августе 2025 года, тогда как Оп Мр сформировал лишь 25 листьев. Растения, адаптированные к дефициту влаги, демонстрируют сдержанный рост вегетативной массы, что указывает на их способность выживать при недостатке воды – подобная модель развития объясняется рациональным использованием имеющихся в распоряжении ресурсов питания.

Интересную динамику демонстрирует гибрид Крокус - его листовой аппарат слабо реагирует на повышение фона - разница между контролем и максимальным фоном минерального питания в августе 2025 г. составила всего 2 листа (19 → 21). Это говорит о генетической устойчивости к условиям питания, что может быть ценным при возделывании в нестабильных почвенных условиях.

Проведенные исследования за 2023–2025 гг. позволили выделить селекционные образцы сахарной свеклы с различной степенью формирования листового аппарата в зависимости от уровня минерального питания. Наиболее перспективными с точки зрения селекции в условиях интенсивных технологий оказались - Первомайский, Луч и МС (11348×11301), продемонстрировавшие высокую пластичность и отзывчивость на удобрения. В то же время образцы с низкой вариабельностью по фонам (гибрид Крокус и Оп-линии) могут быть ценными как источники стабильности при низком агрофоне.

Список литературы

1. Дорофеев А.И. Сахарная свекла: морфология, физиология и агротехника. - М.: Сельхозгиз, 1932. – 286 с.
2. Кузнецов В.В. Физиология сахарной свеклы. - М.: КолосС, 2006. – 304 с.
3. Плотников Ю.Ф. Селекция и семеноводство сахарной свеклы. - М.: Агропромиздат, 1990. – 224 с.
4. Редько Г.И. Генетические основы селекции сахарной свеклы. - Краснодар: Кубанский ГАУ, 2011. – 198 с.
5. Сафонова Л.П. Влияние минерального питания на рост и развитие сахарной свеклы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 4. – С. 45–50.
6. Шевцов А.А. Динамика листового аппарата сахарной свеклы при различных режимах удобрения // Земледелие. – 2023. – № 6. – С. 22–26.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СРОКА И УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ ЦИСТ ARTEMIA

Дробова В.А., магистрант

Научный руководитель – Турпанова Р.М., канд. с.-х. наук, и.о. профессора

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

Астана, Республика Казахстан

e-mail: vika.drobova.02@inbox.ru

Аннотация. *Artemia* является важным элементом кормовой базы малька рыб и креветок. Данный факт говорит о высоком значении кормовой базы рыб и креветок для продовольственного запаса людей. В производстве *Artemia* имеется ряд проблем, одна из которых это оценка сроков и условий хранения цист *Artemia*. Данный вопрос рассматривается в произведённом исследовании. Проведен сравнительный анализ активации выклева 3 групп образцов различных сроков и условий хранения, анализ сроков и условий хранения образцов проводился 3 различными способами активации. При стандартном инкубировании без предварительной химической активации показатель выклева составил ~ 21-22 %. После предварительного замачивания цист в растворе перекиси водорода (0,45%) в течение 1 часа показатель выклева увеличился до 81–84 %. Значительная зависимость результатов от внешней окислительной стимуляции свидетельствует о сниженной эндогенной метаболической активности эмбрионов, характерной для цист с признаками физиологического старения или длительного хранения, без соблюдения условий хранения. Применение данной методики позволяет установить с высокой достоверностью, партии продукта с нарушенными условиями и длительными сроками хранения.

Ключевые слова: *Artemia*, выклев, науплия, биомасса, активные формы кислорода, сроки хранения, условия хранения

Общая характеристика *Artemia*. *Artemia* – жаброногий рачок, обитающий в гипергалинных водоёмах. Данный вид озёр является в основном моно видовыми (рис. 1). Данная адаптация связана с тем, что взрослый половозрелый рачок *Artemia* имеет свойства давать потомство сразу в двух вариантах, это связано с условиями, при которых происходит метание икры. *Artemia* может откладывать яйца (икринки) с помощью двух механизмов [1]. Первый механизм связан с благоприятными условиями внешней среды обитания взрослого рачка, и при таких условиях самка откладывает в свою сумку цисты, покрытые тонким защитным слоем хитина, который называется хорион. Когда наступают неблагоприятные условия, т.е. понижение температуры воды, повышение солёности водоёма из-за засухи *Artemia* начинает защищать своё потомство, толстым слоем хитина. Циста, имеющая толстый слой хориона впадает в условия гипоксии и начинается период диапаузы, что говорит о том, что до наступления благоприятного времени для выклева циста будет оставаться в состоянии покоя [2].



Рис. 1. Стадия развития *Artemia parthenogenetica* (науплия)

Для предприятий по производству корма на основе цист *Artemia*, данное состояние становится преградой для реализации кормов. Это связано с тем, что необходимо стимулировать цисты для пробуждения эмбриона к выходу из хитиновой оболочки. Цисту *Artemia* стимулируют с помощью активных форм кислорода. Подходят такие вещества как: пероксид водорода, гидроперит, дубильные кислоты, эритробат натрия, пероксид кальция, подходят те вещества, в составе которых есть свободный кислород [3]. Данная процедура может показать, насколько давно циста собрана с водоёма. Если показатель выклева цисты до воздействия АФК был в диапазоне от 50 до 70%, а после воздействия АФК стал 80-90%, то беспокоиться не стоит. Если показатель выклева до АФК был значительно ниже, в пределах от 20 до 30%, а после воздействия АФК стал 80-85%, то стоит задуматься, насколько давно была выловлена данная циста. Данная циста становится опасной и нестабильной для дальнейшего применения [3].

Целью исследования являлось сопоставление методов оценки цист с признаками их биологического старения при несоблюдении условий хранения для определения наиболее оптимального метода анализа.

Материалы и методы. Подготовка образцов, постановка экспериментов и регистрация исследуемых параметров осуществлялись на базе ТОО «Сайран-Охота» – производственной площадке по производству кормов на основе цист *Artemia* (Республика Казахстан).

Для проведения исследования использовали цисты *Artemia*, заготовленные с озера Тузашы, расположенного на территории Арыктинского сельского округа (село Коргалжино, Акмолинская область, Республика Казахстан). Полученное сырьё поступало в виде производственной партии с внутренней маркировкой (номер партии и дата отбора) и до начала экспериментов хранилось в полипропиленовых мешках. С целью сравнения характеристик цист различного возраста и при разных условиях хранения в работу были включены две партии. Первая партия была заготовлена в декабре 2023 года и хранилась в двух температурных режимах: при стандартных условиях - при -12°C , а также без соблюдения стабильного режима - в диапазоне от $+20$ до -20°C . Вторая партия была собрана в декабре 2025 года и хранилась с соблюдением рекомендованных условий при температуре -12°C .

Все пробы отбирали по схеме, из каждой партии отбиралась проба с помощью мешочного щупа с каждого мешка [4]. В лабораторных условиях была произведена отмывка проб. После многоэтапной промывки цист *Artemia* в горько-солёной воде, цисты подвергались этапу отжима в промышленных центрифугах, что способствовало избавлению от лишней влаги, и на выходе циста имела влажность 28% [5].

Инкубация проводилась в седиментационных конусах с непрерывным потоком воздуха, на 1 л воды (рис. 2). Реакцию среды инкубационного раствора корректировали гидроксидом натрия до значения pH 7,8 [6]. Солёность воды поддерживали на уровне 20 ppt за счёт добавления не йодированной экстра соли из расчёта на 1 л воды. Инкубацию проводили при непрерывном освещении с интенсивностью не менее 2000 лк. При соблюдении указанных условий процесс инкубации продолжался в течение 24 часов. Для повышения точности оценки выклева цист *Artemia* подсчёт науплиев проводили в планшетах на 48 лунок. Пробы отбирали из каждого седиментационного конуса в четырёхкратной повторности объёмом по 250 μl . Подсчёт осуществляли с использованием бинокулярного микроскопа *Levenhuk 3ST* [7] (рис. 2). Статистические данные обработаны в Excel.



Рис. 2. Инкубация в седиментационных конусах

Результаты и обсуждение. В ходе работы были проведены эксперименты по оценке стабильности выклева цист *Artemia* при разных сроках и условиях хранения. Эксперимент был построен на стимуляции эмбрионов. Все необходимые данные для оценки способности цист к выклеву проверялись в трёх вариациях. На первом этапе исследования выклев осуществляли без предварительных манипуляций. Второй этап работы заключался в том, что цисты после промывки, были погружены в пресную воду, с постоянной аэрацией. Данная манипуляция проводилась с целью проникновения пресной воды внутрь цисты, для стимуляции выхода эмбриона из оболочки. Третья группа демонстрировала влияние АФК на выход цисты, с помощью перекиси водорода в концентрации 0,45%. Цисты предварительно отмывали от примесей в горько-солёной воде, солёность которой соответствовала солёности водоёма на момент вылова и составляла 220 ppt. После промывки цисты отжимали с использованием центрифуги и затем помещали в седиментационные конусы для инкубации.

В первом этапе без предварительных манипуляций для цист 2023 года с соблюдением условий хранения был получен выход соответствующий 36,12% живых, подвижных науплий и 2,14% неподвижных форм науплий, мешочек с эмбрионом внутри, освобождённый от хориона. Для цист 2023 года без соблюдения условий хранения выклев показал 21,62% живых подвижных цист и 1,07% неподвижных форм. Для третьей группы при соблюдении условий хранения для свежих цист собранных в декабре 2025 года данный показатель составил 83,33% живых подвижных и 1,82% неподвижных форм науплий (рис. 3).

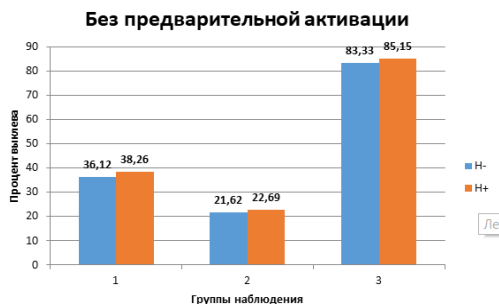


Рис. 3. Гистограмма выклева цист без предворительной активации

Второй этап эксперимента заключался в стимуляции эмбриона с помощью пресной воды. Данный этап показал для цист 2023 года, хранившихся при -12°C выклев подвижных цист в количестве 42,22% и неподвижных эмбрионов 2,91%. Для цист 2023 года без соблюдения условия хранения 24,65% подвижных науплий и 2,83% неподвижных. Для цист сбора 2025 года при соблюдении условий хранения данный показатель составил 84,12% подвижных и 0,97% неподвижных науплий (рис. 4).

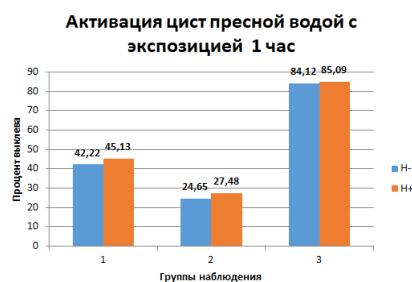


Рис. 4. Гистограмма выклева цист, погруженных в H_2O на 1 час

На третьем этапе цисты подвергались погружению в раствор перекиси водорода 0,45%. Для цист 2023 года при $-12^{\circ}C$ выклев составил 82,69% подвижных форм и 0,44% неподвижных форм науплий. Для цист 2023 года без соблюдения условий хранения выклев был 81,13% подвижных и 3,65% неподвижных форм науплий. Цисты 2025 года показали выклев в 87,39 и 0,84% подвижных и неподвижных форм соответственно (рис. 5).

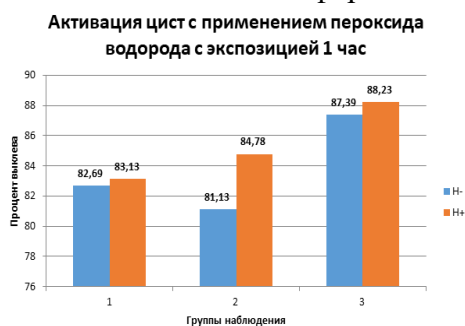


Рис. 5. Гистограмма выклева цист, погруженных в H_2O_2 на 1 час

Заключение. Изменение температурных условий, сроков хранения напрямую влияет на выход биомассы науплий из цист *Artemia*. При стандартном инкубировании без предварительной химической активации показатель выклева составил ~ 21-22 %. После предварительного замачивания цист в растворе перекиси водорода (0,45 %) в течение 1 часа показатель выклева увеличился до ~ 81–84 %. Значительная зависимость результатов от внешней окислительной стимуляции свидетельствует о сниженной эндогенной метаболической активности эмбрионов, характерной для цист с признаками физиологического старения или длительного хранения, без соблюдения условий хранения.

Список литературы

1. Портная Т.В. Биотехнология в рыбоводстве. Выращивание живых кормов: учеб.-метод. пособие. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 25-44.
2. Hand S., Moore D., Patil Y. Challenges during diapause and anhydrobiosis: Mitochondrial bioenergetics and desiccation tolerance // IUBMB Life. - 2018. – No. 70 (12). – P. 1251-1259. <https://doi.org/10.1002/iub.1953>
3. Hand S.C., Menze M.A., Borcar A., Patil Y., Covi J.A., Reynolds J.A., Toner M. Metabolic restructuring during energy-limited states: Insights from *Artemia franciscana* 1 embryos and other animals // Journal of Insect Physiology. - 2011. – No. 57 (5). – P. 584–594. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2011.02.008>
4. Dey P., Bradley T.M., Boymelgreen A. The impact of selected abiotic factors on *Artemia* hatching process through real-time observation of oxygen changes in a microfluidic platform // Journal of Scientific Reports. - 2023. – No. 13 (1). – P. 6432. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33306-7>
5. Альжанова М.К. О бережном отношении к рачкам артемии и местах их обитания // Журнал Кызылординские вести. - 2023.

6. Шарапова Л.И., Шалгимбаева Г.М., Исбеков К.Б., Трошина Т.Т., Нуриева Ш.Б., Турсунбаев А.У. Биологические характеристики и видовая генетическая идентификация популяций артемии в разнотипных водоёмах Казахстана. - 2016.
7. Litvinenko L.I., Bizikov V.A., Kovacheva N.P., Saenko E.M., Vesnina L.V., Kutsanov K.V., Semik A.M. Methodological recommendations on stock assessment and forecasting of recommended catch of Artemia. - Moscow, 2019. - 50 p.

<https://doi.org/10.26898/2026-14>
УДК 633.63:631.527

КОЛЛЕКЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ФГБНУ «ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ»: ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ФОНД ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Евсеева А.Н.^{1,2}, аспирант, м.н.с.

Научный руководитель – Логвинов А.В.^{1,2}, д-р с.-х. наук

¹Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

²Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы,

Краснодарский край, г. Гулькевичи, Россия

e-mail: anna.evseeva87@mail.ru

Аннотация. Сохранение и развитие генетического фонда сахарной свеклы, включая сбор, исследование и хранение разнообразных образцов, является критически важным для дальнейшего научного прогресса в селекции, создания новых высокопродуктивных гибридов, устойчивых к болезням, стрессовым факторам и гербицидам, а также обеспечения продовольственной и экономической стабильности страны.

Ключевые слова: сахарная свекла, коллекция, генетический фонд, селекция, ресурс, разнообразие, линии, хранение

История сахарной свеклы – наглядный пример того, как научный прогресс и целенаправленная селекционная работа способны преобразить культуру. Начало этому положили исследования, инициированные в 1747 году директором Берлинской академии наук А.С. Маркграфом. Прогресс в селекции сахарной свеклы позволил добиться существенного увеличения её сахаристости, урожайности и технологических показателей. Это, в свою очередь, укрепило позиции культуры в агропромышленном комплексе.

Сегодня перед селекционерами стоят новые, не менее амбициозные задачи. Несмотря на значительные успехи, достигнутые селекцией в прошлом, нет оснований полагать, что ее потенциал исчерпан. Возможности для дальнейшего совершенствования как уже существующих объектов селекции, так и для интродукции новых видов, представляются поистине безграничными [1]. Эффективная селекция сахарной свеклы требует глубокого изучения генетических ресурсов (диких и культурных форм) для выявления ценных генов и создания новых гибридов. Приоритет при пополнении коллекций – образцы с высоким потенциалом улучшения агрономической ценности, адаптивности и содержанием перспективных генов. Наличие богатого и разнообразного набора генетических линий значительно увеличивает шансы на получение выраженного гетерозисного эффекта – повышенной продуктивности – при гибридизации линий различного происхождения. Расширение генетического фонда имеет важное значение для создания новых сортов с улучшенными признаками и устойчивостью к стрессам [2].

В настоящее время коллекции семенного материала, полученные в различных опытах, хранятся в научно-исследовательских учреждениях, а также в хранилище Всероссийского института растениеводства (ВИР). В 2022 году на базе ВИР создан первый в стране

Национальный биоресурсный центр, подтверждающий его ведущую роль. ВИР располагает двумя уникальными коллекциями мирового значения: генетическими ресурсами культурных растений и их диких предков, а также одним из крупнейших в мире гербариев возделываемых растений. Ежегодно ВИР изучает свыше 20 тысяч образцов, выполняя около 150 запросов от научных учреждений на предоставление материалов для селекции и исследований. За последние пять лет (2019-2024 гг.) более 34 тысяч дубликатов образцов безвозмездно переданы научным организациям [3].

Генетический фонд растительных ресурсов – это основа продовольственной и экономической стабильности страны, обладающий как материальной, так и интеллектуальной ценностью. Научные учреждения, ведущие селекционную работу по выведению новых сортов, обязаны в первую очередь заниматься сбором, исследованием и сохранением этих жизненно важных ресурсов [4].

Исследования ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» направлены на создание конкурентоспособных, высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, способных обеспечить стабильные урожаи в условиях современного стратегического ориентира страны на импортозамещение и обеспечение продовольственной безопасности [5]. Коллекция семян сахарной свеклы ФГБНУ «Первомайской селекционно-опытной станции сахарной свеклы» насчитывает тысячи образцов, преимущественно диплоидных, многосемянных и односемянных. Для ускорения селекционной работы коллекцию необходимо пополнить новыми линиями: О-типами, линиями с ядерной мужской стерильностью, самофертильными линиями, ММ-опылителями, а также О-типами с повышенной сахаристостью, устойчивостью к стрессам (биотическим и абиотическим) и высокой оплодотворяющей способностью.

Эффективное сохранение и развитие коллекции требует применения биологических методов, генотипирования и оценки хозяйственно-значимых признаков. Главная цель – выявление доноров генов для создания инновационных гибридов с высокой продуктивностью. Важно обеспечить размножение отобранных образцов для дальнейшего обмена. Поддержание точного учета и постоянное пополнение генетической коллекции – залог успешной селекции и семеноводства. Базовая коллекция должна отличаться гомогенностью линий, высоким генетическим разнообразием и максимальным охватом признаков растений, выращенных в изоляции в течение первого и второго вегетационных периодов.

В ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция» исследования селекционных материалов сахарной свеклы проводятся в соответствии с комплексным планом научных исследований «Селекция и семеноводство сахарной свеклы» по следующим направлениям:

1. Обзор и анализ генетического разнообразия сахарной свеклы в коллекции культур Российской Федерации с выделением ценных селекционных признаков. Особое внимание уделяется раздельно- и сростноплодным линиям с указанием последнего года репродукции и ключевых характеристик: фертильность, стерильность, перекрёстная совместимость, синхронность цветения и др. Все данные увязываются с конкретным изучаемым материалом.

2. Обзор и анализ современной научно-технической, нормативной и методической литературы по фенологической, морфологической, биохимической и иммунологической характеристике образцов сахарной свеклы, применяемых в селекционной практике. В наличии имеются раздельноплодные линии ОТ Nxxxz mm, раздельноплодные ЦМС-аналоги Sxxxz mm, а также сростноплодные линии ММ, используемые в качестве опылителей.

3. Дополнение и совершенствование существующих методик фенотипирования сахарной свеклы с целью повышения точности и эффективности селекционной работы.

4. Эколого-географическое полевое и лабораторное изучение коллекции образцов сахарной свеклы селекционных учреждений РФ (первого и второго года жизни) с использованием дополнительной методики описания образцов. Основные признаки

селекционного интереса включают: скороспелость, продуктивность, биохимический состав (в первую очередь общую сахаристость), системы цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), закрепительную способность, односемянность, устойчивость к цветущности, а также устойчивость к абиотическим стрессорам – засолению различных типов, низкой кислотности почв, засухе, экстремально высоким и низким температурам, и биотическим стрессорам – церкоспорозу и гербицидам.

5. Создание оценочной базы данных коллекции сахарной свеклы по изученным морфолого-биологическим признакам. Выделение ценных константных линий возможно только после 3–4 и более циклов самоопыления и последующей оценки их комбинационной способности в качестве родительских компонентов для скрещивания.

6. Формирование стержневой коллекции сахарной свеклы на основе описания морфолого-биологических признаков, гербарных образцов и ДНК-паспортов. Создание гербария и паспортов возможно только после формирования константных линий.

7. Разработка и адаптация методических подходов по введению и сохранению элитного материала (родительских линий) сахарной свеклы в культуре *in vitro*. Включает создание гербарных образцов и ДНК-паспортов образцов, переводимых для длительного хранения в культуре *in vitro*. Особое внимание уделяется сохранению и размножению константных линий, обладающих высокой комбинационной способностью в качестве родительских компонентов скрещивания, а также выявлению новых генетических маркеров.

Таким образом, будут выделены фертильные и стерильные линии сахарной свеклы, что позволит ускорить создание гетерозисных МС-гибридов при условии знания их ключевых признаков, включая:

1. Фенотипические и генотипические особенности, а главное их наследуемость и кратность инцухта;
2. Адаптивность и толерантность к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам;
3. Синхронность цветения и совместимость генеративных клеток при скрещивании;
4. Степень проявления ЦМС, самофертильности и перекрестной совместимости;
5. Энергию и темпы роста на различных этапах органогенеза;
6. Способность к накоплению сахаристых веществ.

Комплексное изучение и систематизация этих признаков позволит повысить эффективность селекционной работы, обеспечит более точный отбор родительских линий и ускорит создание высокопродуктивных гетерозисных гибридов сахарной свеклы. Внедрение современных методик фенотипирования, молекулярно-генетического анализа и культуры *in vitro* создаст прочную основу для устойчивого развития селекции и адаптации сортов к изменяющимся условиям среды.

Современные требования к мобилизации растительных ресурсов включают сбор, хранение и использование генофонда, а также введение в культуру новых устойчивых к стрессорам видов. Генофонд – динамичная система, а его генетическое разнообразие – основа селекционного улучшения. Снижение разнообразия угрожает эволюционному и селекционному будущему видов [6].

Успех современных и будущих адаптивных систем селекции растений напрямую зависит от эффективного использования и организации мировых растительных ресурсов. Это требует создания четко определенных генетических коллекций, включающих растения с идентифицированными признаками, важными для адаптации и имеющими хозяйственную ценность [7].

Список литературы

1. Мищенко В.Н. Совершенствование техники отбора и создание адаптивного исходного селекционного материала сахарной свеклы: дис. / Всерос. науч.-исслед. ин-т сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. 2010.

2. Мелентьева С.А. и др. Генофонд для селекции сахарной свеклы // Сахар. – 2020. – № 9. – С. 46-49.
3. Лоскутов И.Г. История мировой коллекции генетических ресурсов растений в России. – 2025.
4. Лихенко И.Е. и др. Генофонд и селекция сельскохозяйственных растений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 5. – С. 35-41.
5. Логвинов А.В. и др. Роль взаимодействия бизнеса и науки в развитии отечественной селекции сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2025. – № 7. – С. 6-11.
6. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений: краткий курс лекций для аспирантов III курса направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» / сост.: Н.С. Орлова, Л.Г. Курасова. – Саратов, 2014.
7. Жученко А.А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2013. – № 1-2. – С. 31-37.

<https://doi.org/10.26898/2026-15>
УДК 633.16:316.531(470.0)

СОЗДАНИЕ НОВЫХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ СОРТОВ ПИВОВАРЕННОГО И КОРМОВОГО ЯЧМЕНЯ В ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

**Ерошенко Л.М., канд. с.-х. наук,
Ромахин М.М., канд. с.-х. наук,
Ерошенко Н.А., канд. с.-х. наук,
Новосело В.А.**

Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Москва, Россия
e-mail: eroshenko@ficnemchinovka.ru

Аннотация. В статье отражены результаты селекционной работы по созданию инновационных сортов пивоваренного и кормового ячменя в ФИЦ «Немчиновка». Применение метода оценки селекционного материала с использованием белковых маркеров, позволило значительно ускорить работу по созданию новых сортов. Отобраны высокопродуктивные сорта пивоваренного ячменя Эрудит и Добродей, превысившие в годы испытания среднюю урожайность стандартного сорта Надежный на 0,26–0,30 т/га. В группе фуражных ячменей лучшие результаты по формированию урожайности отмечены у сортов Златояр, Любояр и Зоран, превысивших зерновую продуктивность сортов Знатный, Рафаэль и Милан на 0,14–0,20 т/га. Созданы новые неполегающие сорта ячменя с групповой устойчивостью к наиболее распространенным болезням. Комплексная толерантность к болезням и устойчивость к полеганию характеризовала сорта Зоран, Милан, Златояр и Любояр как самые лучшие селекционные формы по устойчивости к этим факторам. Высокая селекционная и хозяйственная ценность выделенных пивоваренных и кормовых сортов Добродей, Эрудит, Милан, Любояр, Златояр и Зоран подтверждена улучшенными относительно других сортов технологическими показателями качества.

Ключевые слова: ячмень, сорт, урожайность, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням, качество зерна

Увеличение производства зерна ячменя высокого качества для кормопроизводства и пивоварения – исключительно важная и актуальная задача для России. Перспективы и возможности дальнейшего роста урожайности и увеличения валовых сборов зерна ячменя в регионах тесно связаны с повышением наукоемкости отрасли растениеводства, адаптивная

интенсификация и инновационное развитие которой в большой степени зависит от селекционных достижений [1], обеспечивающих в хозяйствах постоянную сортосмену.

В связи с наблюдаемой трансформацией климата и усилением влияния абиотических и биотических факторов на формирование урожайности и показателей качества основным направлением современной селекции ячменя является создание новых сортов, характеризующихся высокой и стабильной по годам урожайностью и высококачественным зерном [2]. Внедрение в производство инновационных сортов, обладающих комплексом усовершенствованных хозяйственно-ценных свойств и признаков, способно значительно повысить урожайность культуры, обеспечить перерабатывающие отрасли отечественным сырьем и таким образом избавиться от импортозависимости.

В результате селекционной работы за последние годы в ФИЦ «Немчиновка» удалось создать высокоурожайные засухоустойчивые сорта пивоваренного и фуражного ячменя, гораздо лучше приспособленные к механизированной уборке во влажные годы и более устойчивые к различным болезням ячменя.

Результаты экологического испытания, проведенного в контрастных по влагообеспеченности условиях Московской и Рязанской областях, показали, что сорта ячменя нового поколения формировали урожайность выше стандартного сорта Надежный или были на его уровне.

Таблица 1

Урожайность сортов ячменя в экологическом сортоиспытании (среднее за 2023-2025 гг.)

Сорт, линия	Год включения в Госреестр	Урожайность, т/га				Формула HRD FBF
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	в среднем	
Надежный, ст.	2017	7,47	3,35	6,15	5,66	2,45,2
Златояр	2020	7,44	3,90	6,13	5,82	2,25,1
Знатный	2020	7,48	3,38	6,16	5,67	2,8,2
Рафаэль	2019	7,46	3,35	6,15	5,65	23,19,1
Любояр	2023	7,68	3,84	6,13	5,88	2,25,1
Милан	2024	7,45	3,44	6,14	5,68	18,8,2
Белозар	2020	7,58	3,55	6,14	5,76	18,8,2
Зоран	2025	7,46	3,77	6,15	5,79	2,25,1
Добродей	ГСИ	8,30	3,35	6,24	5,96	4,164,3
Эрудит	ГСИ	8,12	3,41	6,23	5,92	2,45,3
Денди	ГСИ	7,54	3,43	6,18	5,72	2,8,2
$\bar{x}$		7,63	3,52	6,16	5,77	
Cv,%		3,9	6,0	0,6	1,9	

В селекции на повышение адаптивного потенциала сорта, связанного с устойчивостью к стрессовым факторам среды использовали метод генетических белковых маркеров, основанный на соответствии последовательностей нуклеотидов в генах и последовательности аминокислот в полипептидах [3]. Сравнительный анализ аллельного разнообразия и частот встречаемости аллелей гордеинкодирующих локусов сортов ячменя позволил выявить аллельные варианты A2, A4, A23 локуса Hrd A; B25, B45, B164 локуса Hrd B; F1, F2, F3 локуса Hrd F – генетические белковые маркеры, жестко сцепленные с высоким уровнем показателей адаптивности изучаемых сортообразцов ячменя [4].

Эффективность применения метода подтверждена результатами практической селекции. Отмечено, что в контрастных почвенно-климатических условиях вегетации сорта кормового ячменя Златояр, Любояр и Зоран, отобранные по идентичной формуле гордеина A2 B25 F1 при средней урожайности 5,79-5,88 т/га превысили на 0,14-0,20 т/га зерновую продуктивность сортов Знатный, Рафаэль и Милан, отмеченных соответственно формулами 2,8,2; 23,19,1; 18,8,2. Заслуживает внимания и тот факт, что наличие формул гордеина 4,164,3 и 2,45,3 определило максимальную в опыте среднюю урожайность (5,92-5,96 т/га) у

пивоваренных сортов Добродей и Эрудит. У других сортов такого направления использования Белозар и Денди с формулами гордеина 18,8,2 и 2,8,2 средняя урожайность была меньше на 0,16-0,24 т/га.

Использование современного исходного материала позволило резко увеличить результативность трансгрессивной селекции и получить новые неполегающие сорта с комплексной устойчивостью к наиболее распространенным болезням (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика хозяйственно-биологических свойств и признаков сортов пивоваренного и кормового ячменя (средние значения, 2024-2025 гг.)

Сорт	Устойчивость, балл				Зараженность, %		Интенсивность антоциановой окраски, балл	Комплексный рейтинг
	к полеганию	к темно-бурой пятнистости	к сетчатой пятнистости	к мучнистой росе	колосьев пыльной головней	семян фузариозом		
Надежный, ст.	8,0	6,5	7,0	5,0	0,18	0,68	5	11
Златояр	8,2	7,0	6,5	5,0	0,01	0,64	7	3
Знатный	8,0	6,5	7,0	7,0	0	1,00	7	9
Рафаэль	7,8	6,5	8,0	8,0	0,07	0,68	5	6
Любояр	8,2	7,0	7,5	5,0	0,03	0,72	8	4
Милан	8,8	7,0	7,5	6,0	0,04	0,66	6	2
Белозар	7,6	7,0	7,5	7,5	0,03	1,25	5	8
Зоран	8,0	7,5	8,5	6,5	0	0,75	7	1
Добродей	8,2	7,0	8,2	6,5	0,14	1,22	5	5
Эрудит	8,4	7,0	7,0	5,0	0,17	0,70	5	7
Денди	7,8	6,5	6,5	7,0	0,02	0,56	5	10

Среди изучаемых сортов в контрастных по влагообеспеченности условиях (2024-2025 гг.) лучшую устойчивость к полеганию (8,1-8,8 баллов) проявили сорта Знатный, Рафаэль, Эрудит. Иммунологическая оценка сортов, проведенная в годы, отличающихся очень сильным проявлением таких болезней ячменя как темно-бурая и сетчатая пятнистости, мучнистая роса показала, что среднесортные величины показателей устойчивости к пятнистостям листьев были на 0,4-1,5 балла выше значений стандартного сорта Надежный. Более высокой групповой устойчивостью к листовым болезням при этом характеризовались сорта Рафаэль, Добродей, Белозар и Эрудит. Наиболее высокую резистентность к пыльной головне при очень низкой степени поражения колосьев фитопатогеном (0,01-0,04 %) показали сорта Златояр, Знатный, Любояр, Милан, Белозар, Зоран, Денди. Наименьшее количество пораженных семян фузариозом отмечено у сортов Златояр, Милан и Денди.

Комплексная оценка, учитывающая совокупность показателей толерантности к основным болезням и устойчивости к полеганию позволила характеризовать согласно рейтинговому сравнительному анализу сорта Зоран, Милан, Златояр и Любояр как самые лучшие селекционные формы по устойчивости к болезням и полеганию.

Важно подчеркнуть, что оценка степени интенсивности антоциановой пигментации ушек флагового листа, характеризующей концентрацию в клетках растения антоцианов, играющих значимую роль в повышении растений ячменя к стрессам [5], у выделенных сортов была высокой (6-8 баллов).

Зерно ячменя – уникальный многофункциональный продукт, широко используемый для технических и фуражных целей [6].

Таблица 3

Показатели качества зерна пивоваренного и кормового ячменя (средние значения, 2023-2025 гг.)

Сорт	Белок, %	Экстрактивность, %	Крахмал, %	Пленчатость, %	Способность к прорастанию, %	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Выравненность, %
Надежный, ст.	11,4	80,8	62,6	8,6	98,4	714	48,6	96,1
Златояр	14,1	79,4	61,4	8,8	97,4	718	52,6	95,8
Знатный	12,8	80,2	60,4	8,4	94,0	708	51,2	93,2
Рафаэль	12,0	81,4	62,2	8,5	98,5	681	48,7	96,6
Любояр	13,5	79,3	60,9	8,6	97,1	698	50,3	95,3
Милан	13,4	79,8	61,0	8,4	97,0	680	53,2	95,9
Белозар	11,4	80,8	63,0	8,5	98,8	699	51,9	97,6
Зоран	13,8	79,0	61,8	8,8	98,0	701	50,1	94,4
Добродей	10,9	82,0	63,6	8,2	98,8	698	53,2	96,5
Эрудит	11,3	81,2	63,1	8,4	98,7	708	52,8	96,7
Денди	11,2	82,2	63,9	8,4	98,6	720	51,2	97,8

Данные сортоиспытания (табл. 3) свидетельствуют не только о реальном повышении урожайности и устойчивости к полеганию и болезням, но и об улучшении качества зерна новых сортов ячменя. Сравнение качественных параметров пивоваренного ячменя новейших сортов с показателями сорта более ранней селекции выявило преимущество сортов Эрудит, Добродей и Денди над сортом Надежный по уровню белка и крахмала в зерне, экстрактивности и пленчатости, способности к прорастанию и выравненности зерна, а также по массе 1000 зерен.

При незначительной внутрисортовой изменчивости признаков качества ($C_v = 1,4-9,7\%$) определены также наиболее ценные зернофуражные сорта Милан, Любояр, Зоран и Златояр, характеризующиеся выполненным крупным зерном с массой 1000 зерен в пределах от 50,1 до 53,2 и уровнем белка в зерне от 13,4 до 14,1%.

Таким образом, применение современных селекционных технологий позволило создать устойчивые к полеганию и болезням высокоурожайные сорта пивоваренного и кормового ячменя с высокими технологическими свойствами зерна.

Список литературы

1. Шалаева Л.В. Тенденции производства и потребления ячменя в Российской Федерации // Продовольственная политика и безопасность. – 2023. – Т. 10. – № 4. – С. 719–734.
2. Тетяников Н.В., Боме Н.А. Анализ взаимодействия «генотип × среда» и оценка адаптивного потенциала ячменя в условиях Северного Зауралья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – № 182 (3). – С. 63–73.
3. Чесноков Ю.В. Биохимические маркеры в генетических исследованиях культурных растений: применимость и ограничения // Сельскохозяйственная биология. - 2019. – Т. 54. – № 5. – С. 863-874.
4. Ерошенко Л.М., Ромахин М.М, Ерошенко Н.А., Дедушев И.А., Ромахина В.В., Болдырев М.А. Использование белковых маркеров в селекции на повышение показателей качества сортов ячменя // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 7 (237). – С. 5-12.
5. Головки Т.К. Антоцианы растений: структура, регуляция биосинтеза, функции, экология // Физиология растений. – 2023. – Т. 70. – № 7. – С. 701-714.

6. Талаева О.В., Сумина А.В. Зерно ячменя как многофункциональный природный ресурс // Наука без границ. – 2018. – № 2 (19). – С. 67-71.

<https://doi.org/10.26898/2026-16>
УДК 58.002

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ ЭКДИСТЕРОИДОВ ИЗ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЯ *SILENE BRAHUICA*

Жалгасбайкызы Ж., магистрант

Научный руководитель – Тыныкулов М.К., канд. с.-х. наук, доцент

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

Астана, Республика Казахстан

e-mail: zhalgasbayzhansayaa@icloud.com

Аннотация. В данной работе исследована эффективность методов экстракции экдистероидов из надземных частей растения *Silene brahuica* (листьев и стеблей). В ходе исследования применялись традиционная экстракция по Сокслету (АСВ-6М) и ультразвуковая экстракция, в качестве растворителей использовались гексан, этилацетат и этанол. Качественный и количественный состав экдистероидов определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ, HPLC). Неполярный гексан продемонстрировал низкую эффективность экстракции экдистероидов, тогда как среднеполярный этилацетат показал удовлетворительные результаты. Наибольший выход экдистероидов был отмечен в образцах с использованием этанола. Сравнение методов экстракции выявило, что ультразвуковая экстракция обеспечивает высокий выход за короткое время и является технологически эффективным методом. Результаты исследования позволяют рассматривать растение *Silene brahuica* как перспективный природный источник фитоэкдистероидов, а полученные данные имеют практическое значение для оптимизации технологии получения экдистероидов, а также для применения в фармакологии и биотехнологии.

Ключевые слова: *Silene brahuica*, фитоэкдистероиды, экстракция, аппарат Сокслета, ультразвуковая экстракция, высокоэффективная жидкостная хроматография

Введение. Растения рода *Silene*, относящиеся к семейству Caryophyllaceae, отличаются широким распространением, длительным применением в народной медицине и богатым химическим составом, включающим биологически активные соединения. В регионах Анатолии (Турция), Испании, Италии и Центральной Азии виды рода *Silene* традиционно использовались для лечения воспалительных процессов, инфекционных заболеваний, болезней дыхательных путей, простудных состояний и кожных поражений.

Фармакологическая значимость этих растений в первую очередь связана с содержанием в них фитоэкдистероидов. Фитоэкдистероиды представляют собой вторичные метаболиты стероидной природы и характеризуются адаптогенными, иммуномодулирующими, антиоксидантными, противоопухолевыми и актопротекторными свойствами. В связи с этим представители рода *Silene* вызывают значительный научный интерес в современной фармакологии, биотехнологии и нутрицевтике.

M.N. Bilal и соавт. всесторонне осветили значение растений рода *Silene* в традиционной медицине и разнообразие их химического состава. По результатам фитохимических исследований авторы отмечают, что из представителей рода *Silene* были выделены многочисленные вторичные метаболиты, включая фитоэкдистероиды, тритерпеноидные сапонины, терпены, флавоноиды, антоцианидины и стеролы. Эти

соединения обеспечивают противомикробную, антиоксидантную, противоопухолевую, противовирусную, иммуномодулирующую и адаптогенную активность растений. При этом подчёркивается, что фитохимический состав многих видов *Silene* до настоящего времени остаётся недостаточно изученным [1]. У.Ю. Юсупова и соавторы провели углублённое исследование фитохимического состава эндемичного для Узбекистана вида *Silene popovii*. В ходе работы с применением экстракционных и хроматографических методов было выделено десять фитоэкдистероидов и идентифицировано новое производное – 20-гидроксиэкдизон-25-О-бензоат. Авторы описывают пути биосинтеза фитоэкдистероидов, их структурное разнообразие, а также экологическое и фармакологическое значение, включая анаболические, нейропротекторные, антиоксидантные и иммуномодулирующие эффекты. SAR- и QSAR-анализы подтверждают лекарственно-подобные свойства этих соединений [2].

N.I. Kashchenko и соавт. в качестве объекта исследования выбрали широко распространённый вид *Silene repens*. С использованием метода ВЭЖХ-ФД-ЭРИ-tQ-MS в проростках растения были идентифицированы 12 экдистероидов и 6 гликозилфлавонов. Основными соединениями определены 20-гидроксиэкдизон и полиподин В. Кроме того, изучено влияние экзогенных фитогормонов и элиситоров на накопление экдистероидов, что показало возможность повышения биопродуктивности растения [3].

В работах L. Zibareva исследованы распределение и динамика накопления экдистероидов в различных органах однолетних и многолетних растений рода *Silene*. Согласно полученным данным, наибольшая концентрация экдистероидов обнаружена в репродуктивных органах и листьях, тогда как в стеблях их содержание было ниже. Максимальное накопление экдистероидов наблюдалось в периоды активного роста и бутонизации растений [4]. L. Zibareva и соавт. изучили фитоэкдистероидные профили надземных частей семи видов рода *Silene* с использованием методов ВЭЖХ, масс-спектрометрии и ЯМР. Результаты показали значительные различия в качественном и количественном составе экдистероидов между видами, что подтверждает их хемотаксономическую значимость [5]. N.Z. Mamadalieva и соавт. исследовали химический состав и биологическую активность растения *Silene viridiflora* и установили, что его адаптогенные и иммуномодулирующие свойства в основном связаны с 20-гидроксиэкдизоном. Кроме того, был предложен точный аналитический метод количественного определения экдистероидов в метанольном экстракте [6].

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлись надземные части растения *Silene brahuica* (листья и стебли), собранные в вегетационный период, высушенные и измельчённые до однородного состояния. Экстракцию экдистероидов проводили методами экстракции по Сокслету (аппарат АСВ-6М) и ультразвуковой экстракции с использованием растворителей различной полярности: гексана, этилацетата и этанола.

При ультразвуковой экстракции растительное сырьё смешивали с выбранными растворителями при заданном соотношении твёрдой и жидкой фаз и обрабатывали в ультразвуковой ванне в течение 60 минут. Экстракцию проводили при пониженной температуре, что обеспечивало предотвращение термического разрушения биологически активных соединений. Экстракты фильтровали и при необходимости концентрировали.

Качественный и количественный анализ экдистероидов осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием 20-гидроксиэкдизона в качестве стандартного образца. Эффективность экстракции оценивали по общему выходу экдистероидов. Все эксперименты выполняли в трёхкратной повторности, результаты обрабатывали статистически.

Результаты исследования. В ходе выделения экдистероидов из надземных частей растения *Silene brahuica* была проведена комплексная оценка эффективности методов экстракции и используемых растворителей. Экстракцию осуществляли с применением

аппарата Сокслета (АСВ-6М) и ультразвуковой экстракции с использованием гексана, этилацетата и этанола.

Общее содержание экидистероидов в полученных экстрактах оценивали в сравнительном аспекте в зависимости от метода экстракции и природы растворителя.

Результаты экстракции экидистероидов из надземной части *Silene brahuica*

№ п/п	Метод экстракции	Растворитель	Время экстракции, мин	Общий выход экидистероидов, мг/г (на сухое сырьё)
1	Сокслет (АСВ-6М)	Гексан	120	0,35 ± 0,03
2	Сокслет (АСВ-6М)	Этилацетат	120	1,12 ± 0,08
3	Сокслет (АСВ-6М)	Этанол	120	2,45 ± 0,15
4	Ультразвуковая	Гексан	60	0,42 ± 0,04
5	Ультразвуковая	Этилацетат	60	1,38 ± 0,10
6	Ультразвуковая	Этанол	60	2,72 ± 0,18

Согласно данным, представленным в таблице, установлено, что при экстракции по Сокслету выход экидистероидов напрямую зависит от полярности используемого растворителя. Наименьший выход экидистероидов наблюдался в образцах с гексаном (0,35 мг/г), что объясняется его неполярной природой и полярным характером экидистероидов. При использовании этилацетата выход экидистероидов значительно увеличивался и составлял 1,12 мг/г. Будучи среднеполярным растворителем, этилацетат обеспечивал эффективную экстракцию части экидистероидов, однако не позволял достичь их полного извлечения. Наибольший выход экидистероидов был зафиксирован при экстракции по Сокслету с использованием этанола (2,45 мг/г). Это связано с высокой полярностью этанола и хорошей растворимостью экидистероидов в данном растворителе. Вместе с тем отмечено, что проведение экстракции по Сокслету при высокой температуре и в течение длительного времени приводит к увеличению энергетических затрат процесса.

Результаты ультразвуковой экстракции показали существенное сокращение времени экстракции по сравнению с методом Сокслета. При использовании гексана выход экидистероидов оставался низким (0,42 мг/г), однако был несколько выше, чем при экстракции по Сокслету, что объясняется разрушением клеточных стенок под действием ультразвука и интенсификацией процесса экстракции. Ультразвуковая экстракция с применением этилацетата обеспечивала средний выход экидистероидов (1,38 мг/г), превышающий соответствующие значения, полученные методом Сокслета, что свидетельствует о большей эффективности ультразвукового воздействия. Максимальный общий выход экидистероидов был зафиксирован при ультразвуковой экстракции с использованием этанола (2,72 мг/г). Данный метод позволил эффективно извлекать экидистероиды за короткое время и при пониженной температуре, что снижает риск термического разложения и способствует сохранению их биологической активности. Полученные результаты показали, что на эффективность экстракции экидистероидов оказывают влияние два основных фактора: полярность используемого растворителя; физико-химический механизм воздействия метода экстракции.

Сравнение методов экстракции показало, что ультразвуковая экстракция является более технологически эффективной по сравнению с методом Сокслета, поскольку обеспечивает более высокий выход экидистероидов, сокращает продолжительность процесса и снижает энергетические затраты.

Вывод. Установлено, что эффективность экстракции экидистероидов из надземных частей *Silene brahuica* определяется полярностью растворителя и выбранным методом экстракции. Среди исследованных растворителей этанол обеспечил наибольший выход экидистероидов, тогда как гексан оказался неэффективным для их извлечения, а этилацетат проявил промежуточную эффективность.

Сравнение методов показало, что ультразвуковая экстракция превосходит метод Сокслета, обеспечивая более высокий выход экидистероидов за короткое время и при пониженной температуре, что снижает энергозатраты и риск термического разложения.

Полученные результаты позволяют рассматривать надземные части *Silene brahuica* как перспективный источник фитоэкидистероидов и рекомендовать ультразвуковую экстракцию с использованием этанола как наиболее оптимальный способ их получения.

Список литературы

1. Bilal M.N., Kutluay V.M. *Silene* genus: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology // *Phytochemistry Reviews*. – 2025. – P. 1-85.
2. Yusupova U.Y., Usmanov D.A. Phytoecdysteroids from *Silene popovii* // *Natural Products: Phytochemistry, Botany, Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes*. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2025. – P. 1-23.
3. Kashchenko N.I., Olennikov D.N., Chirikova N.K. Phytohormones and elicitors enhanced the ecdysteroid and glycosylflavone content and antioxidant activity of *silene repens* // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11. – No. 23. – P. 11099.
4. Zibareva L. Distribution and levels of phytoecdysteroids in plants of the genus *Silene* during development // *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*. – 2000. – Vol. 43. – No. 1. – P. 1-8.
5. Zibareva L. et al. The phytoecdysteroid profiles of 7 species of *Silene* (Caryophyllaceae) // *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*. – 2009. – Vol. 72. – No. 4. – P. 234-248.
6. Mamadalieva N.Z. et al. Phytochemical and biological activities of *Silene viridiflora* extractives. Development and validation of a HPTLC method for quantification of 20-hydroxyecdysone // *Industrial Crops and Products*. – 2019. – Vol. 129. – P. 542-548.

<https://doi.org/10.26898/2026-17>
УДК 665.345.4

ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ МАСЛА ЛЬНА СОРТА СЕВЕРНЫЙ

Зеленцова П.С.,

Юсова О.А., канд. с.-х. наук

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: ps.zelentsova2206@omgau.org; yusova@anc55.ru

Аннотация. В статье приведён анализ жирно-кислотного профиля льняного масла - продукта, отличающегося высокой биологической ценностью. Исследование выполнено методом газожидкостной хроматографии с использованием газового хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000». В результате анализа идентифицировано 36 отдельных компонентов. Особое внимание привлекает факт, что в результате анализа мы выявили, что альфа-линоленовая кислота отсутствует. Следует выделить повышенный уровень линолевой и стеариновой кислот; пониженный – эруковой кислоты; соответствуют государственным нормативам арахидовая, олеиновая и пальмитиновая кислоты.

Ключевые слова: лён, масло, кислота, семена, сорт

Введение. Одним из ценных растительных масел является льняное - его добывают из семян льна. Особенность этого продукта заключается в способности быстро

полимеризоваться на воздухе: при взаимодействии с кислородом масло «высыхает», превращаясь в прочную прозрачную плёнку.

Химический состав льняного масла характеризуется следующим соотношением жирных кислот: альфа-линоленовая кислота (омега-3) – 44-61%; линолевая кислота (омега-6) – 15-30%; олеиновая кислота (омега-9) – 13-29%; пальмитиновая кислота - 9-11%. На долю насыщенных жирных кислот приходится 9–11% от общего объёма. Помимо этого, в состав входят биологически активные вещества: токоферолы (витамин Е), фолиевая кислота и фитогормоны (лигнаны). Следует учитывать, что количественное содержание компонентов варьируется в зависимости от сорта льна, региона выращивания и почвенно-климатических условий.

Также существуют основные свойства льняного масла, в него входит антиоксидантное действие, оно обусловлено содержанием полифенолов и лигнанов, которые защищают клетки от окислительного стресса и потенциально снижают риск развития некоторых онкологических заболеваний, а также омега-3 жирные кислоты, способствуют уменьшению концентрации липопротеинов низкой плотности («плохого» холестерина) и профилактике атеросклероза и ишемической болезни сердца [1].

Методика исследований. Жирно-кислотный состав масла определяли методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» с автоматическим дозатором ДАЖ-2М на капиллярной колонке SolGelWax 30 м×0,25 мм×0,5 мкм в токе газа носителя – гелия, со скоростью 22 см/с, с программированием температуры в пределах 178-230 °С. Получение метиловых эфиров и их хроматографирование выполняли в соответствии с нормативными методами [2].

Объект исследований – сорт льна Северный.

Результаты исследований. В результатах исследования были получены концентрации жирных кислот в льняном масле сорта Северный, которые представлены в таблице и на рисунке. В работе представлено описание химического состава льняного масла по семи жирным кислотам. Стоит акцентировать внимание, что в льняном масле была выявлена эруковая кислота, согласно химическому составу она не является основным компонентом и не должна присутствовать в составе масла, однако, мы выявили небольшое содержание кислоты, что согласно ГОСТ имеет особо низкое содержание. Ниже представлена их характеристика жирных кислот и сопоставление экспериментальных данных с нормативными требованиями [3].

Важная функция полиненасыщенных жирных кислот заключается и в укреплении клеточных мембран - это обеспечивает целостность клеток и их нормальную работу. По нормативному содержанию в льняном масле альфа-линоленовая данная кислота (омега-3) должно составлять 44–61 % от суммы жирных кислот. В результате анализа мы выявили, что альфа-линоленовая в масле льна сорта Северный кислота отсутствует.

Следующая незаменимая полиненасыщенная жирная кислота, имеющая существенное значение для поддержания здоровья организма, это линолевая кислота (омега-6). Ключевая особенность линолевой кислоты заключается в том, что человеческий организм не обладает биохимическими механизмами для её синтеза. Согласно нормативному содержанию (14,33 %) [4], мы можем видеть, что результат анализа показал минимальное превышение по сравнению с эталонными значениями - 15,19 %.

Олеиновая кислота (омега-9) – это мононенасыщенная жирная кислота, играющая значимую роль в поддержании здоровья организма. Её ключевое технологическое свойство - повышение устойчивости масел к окислению, что продлевает срок их хранения и сохраняет полезные качества. Исходя из нормативного содержания, которое составляет 18,5-22,6 %, мы можем сделать вывод, что результат анализа соответствует норме - 19,045 %.

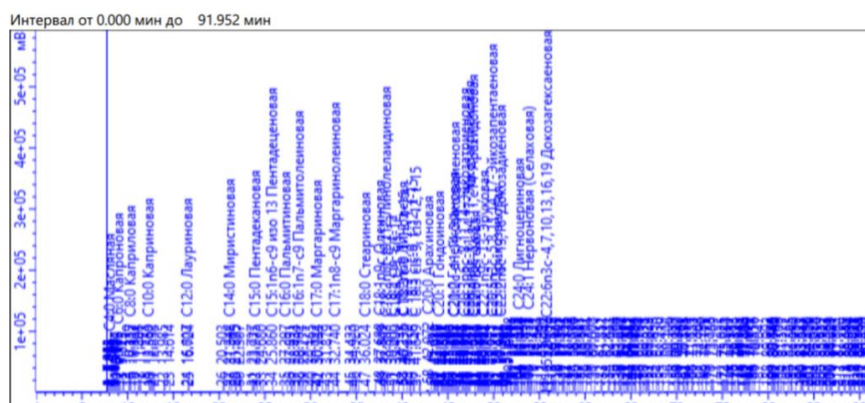
Пальмитиновая кислота - одна из насыщенных жирных кислот, присутствующая в составе традиционного льняного масла. Значимая функция - это обеспечение транспорта жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К): пальмитиновая кислота способствует их усвоению

и распределению в тканях. В соответствии с нормативным содержанием (3,6-7,2 %) [5], можно сделать вывод по результатам анализа, что содержание пальмитиновой кислоты соответствует норме (5,537 %).

Также хочется отметить эруковую кислоту - это мононенасыщенная жирная кислота, которая естественным образом присутствует в ряде растительных масел. Будучи компонентом липидного профиля этих продуктов, эруковая кислота влияет на их физико-химические свойства, а также определяет некоторые особенности их пищевой и технологической ценности. Согласно нормам по ГОСТ 30089–2018, массовая доля данной кислоты не должна превышать 0,1-70,0 %. В ходе проведения анализа, было обнаружено в продукте минимальное содержание эруковой кислоты - 0,003 %. При этом научно установлено, что концентрации эруковой кислоты в диапазоне от 0,1 % до 70,0 % считаются безопасными для здоровья человека и не несут угрозы при регулярном употреблении в пищу [6].

Важно заметить арахисовую кислоту (цис-5,8,11,14-эйкозатетраеновая кислота), которая относится к классу омега-6-полиненасыщенных жирных кислот. Это биологически значимое соединение играет определённую роль в обменных процессах организма. Согласно нормам по ГОСТ 30623-98, массовая доля данной кислоты не должна превышать диапазон 0,4–1,0% [7, 2]. В наших исследованиях мы наблюдаем высокую концентрацию кислоты (52,527 %) в льняном масле, что не соответствует стандартам ГОСТ 30623-98.

Желательно отметить содержание стеариновой кислоты в льняном масле, которая не входит в основной химический состав, но ее нормативное содержание – 4,66%. Стеариновая кислота (C18:0) относится к насыщенным жирным кислотам и содержится в различных количествах во всех маслах и жирах, включая морские жиры. По результатам анализа содержание стеариновой кислоты составляет 5,079 %, что незначительно превышает нормативное содержание, однако для масличных семян льна характерен особый жирнокислотный состав, в частности, для линум-типа характерно наличие 1–10% стеариновой кислоты.



Концентрация жирных кислот в масле льна сорта Северный

Наименование жирной кислоты	Концентрация
Лауриновая	0,000
Тридекановая	-
Миристиновая	0,043
t-9, cis-12	0,048
Пентадекановая	0,022
Пентадеценная	0,000
Пальмитиновая	5,537
Пальмитолеиновая	0,071
Маргаринолеиновая	0,039
Стеариновая	5,079
Олеиновая	19,045
Элаидиновая	-
cis-9, t-12	0,000
Линолевая	15,190
Линолелаидиновая	0,006
Арахидиновая	52,527
Гондоиновая	0,126
11, 14 - Эйкозодиеновая	0,022
11,14,17-Эйкозатриеновая	0,000
8,11,14-Эйкозатриеновая	0,001
Арахидоновая	0,059
Эйкозапентаеновая	0,016
Генейкозановая	0,004
Бегеновая	0,155
Эруковая	0,003
13,16-Докозодиеновая	0,000
4,7,10,13,16,19-Докозагексаеновая	0,000
Трикозановая	0,020
Лигноцериновая	0,102
Нервоновая (Селаховая)	0,007
Масляная	0,031
Капроновая	0,039
Каприловая	0,002
cis-9, cis-12,t-15	0,211
cis-9, t-12, t-15	0,016
t-9, t-12, t-15	0,089

Выводы. Полученные данные демонстрируют значительное отклонение содержания ключевых жирных кислот от нормативных диапазонов. В результате анализа мы выявили, что альфа-линоленовая кислота отсутствует, что может снижать биологическую ценность масла. Следует выделить повышенный уровень линолевой кислоты (15,19%), который зависит от продолжительности вегетационного периода, а также обильные осадки при температуре ниже 20 °С в межфазные периоды посев – созревание, всходы – созревание и елочка – бутонизация. Повышенный уровень содержания отмечается и у стеариновой кислоты, который составляет 5,079 %. Нужно выделить особо низкое содержание эруковой кислоты (0,003%) в льняном масле, что не представляет опасности для здоровья человека. По итогам проведенного исследования установлено, что содержание арахидиновой кислоты (52,527 %) в льняном масле превышает установленные государственные нормативы, это зависит от времени сбора льна и климатических условий в момент уборки урожая. Полезно подчеркнуть, что олеиновая кислота (19,045 %) и пальмитиновая кислота (5,537 %) соответствует нормам.

Список литературы

1. ГОСТ 5791–81. Масло льняное техническое. Технические условия. - Введ. 01.07.1981.
2. ГОСТ 30623-98. Масла растительная и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации. – Введ. 01.01.2000.
3. Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Кочаров С.А., Сафонов А.Ф. Влияние биостимуляторов на химический состав продукции льноводства // Изв. ТСХА. - 2010. - Вып. 1. - С. 128–131.
4. Даньяров Е.Х., Дмитриенко Р.А., Першаков И.Ю., Першаков А.Ю. Изучение сортов льна масличного в юго-восточной части Тюменской области // Стратегические ресурсы Тюменского АПК: Люди, наука, технологии: сб. тр. LVIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных (Тюмень, 12 марта 2024 г.). - Тюмень, 2024. - С. 59–67.
5. Коляганова О.В., Дуридивко М.О., Климов В.В. Высоко- и супергидрофобные покрытия на основе льняного масла и сополимеров глицидилметакрилата и (фтор)алкилметакрилатов для поверхности древесины // Коллоидный журнал. - 2022. - Т. 84. - № 4. - С. 421–432.
6. Поморова Ю.Ю., Овсепян С.К., Серова Ю.М. Химико-биологические свойства и потенциальная ценность семян масличного льна (обзор) // Бюл. ВНИИМК. - 2017. - Вып. 1 (169). - С. 93–103.
7. Рудаков О.Б., Пономарев А.Н., Полянский К.К., Любарь А.В. Жиры: химический состав и экспертиза качества. - М., 2005. - 95 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-18>
УДК 635.152

СОРТОВАЯ ОЦЕНКА РЕДИСА СРЕДНЕСПЕЛОЙ ГРУППЫ СПЕЛОСТИ ПРИ ОСЕННЕМ ПОСЕВЕ

Иванов В.С., студент

Научный руководитель – Чагин В.В., канд. с.-х. наук, доцент

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

e-mail: ivanov_vs2020@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты полевого исследования по оценке десяти сортов редиса среднеспелой группы при осеннем сроке посева (2 декада августа). Изучались морфометрические параметры (длина листьев, диаметр и масса корнеплода) и общая продуктивность. Установлены достоверные различия между сортами по всем изучаемым признакам. Наибольшая продуктивность отмечена у сорта Черри Белле (3850,0 г/м²), который также характеризовался максимальной средней массой корнеплода (55,0 г). Высокую урожайность продемонстрировали также сорта Гонк Конг (3033,3 г/м²), Скороспелка нежная и Черри ЭТ (по 2683,3 г/м²). Сорта Ризенбуттер и Илке показали стабильно высокие результаты по комплексу признаков.

Ключевые слова: редис, среднеспелая группа, осенний посев, сорт, вегетационный период, продуктивность, урожайность

Редис (*Raphanus sativus* L.) – одна из самых скороспелых и популярных овощных культур, являющаяся ценным источником свежей витаминной продукции [1, 2]. Осенний посев редиса приобретает особую актуальность, так как позволяет продлить период потребления свежих овощей локального производства [3, 4].

Сорта должны обладать устойчивостью к стрелкованию, стабильно формировать корнеплоды в условиях пониженных температур и иметь высокие товарные качества [5]. Исследования проводились в 2025 году в Республике Хакасии Усть-Абаканском районе. Объектом исследования служили 10 сортов редиса, относящихся к среднеспелой группе спелости: Скороспелка нежная (St.), Сахарный гигант, Розово красный с белым кончиком, Алекс, Илке, Селеста, Ризенбуттер, Черри ЭТ, Черри Белле, Гонк Конг.

Посев проведен во 2 декаде августа 2025 г. по рядовой схеме с междурядьями 15,0 см. Агротехника была общепринятой для зоны. Уборка урожая проведена во 2 декаде сентября (31 день после посева).

Развитие надземной массы является индикатором фотосинтетического потенциала растения. Результаты измерения длины листовой розетки представлены в рис. 1.

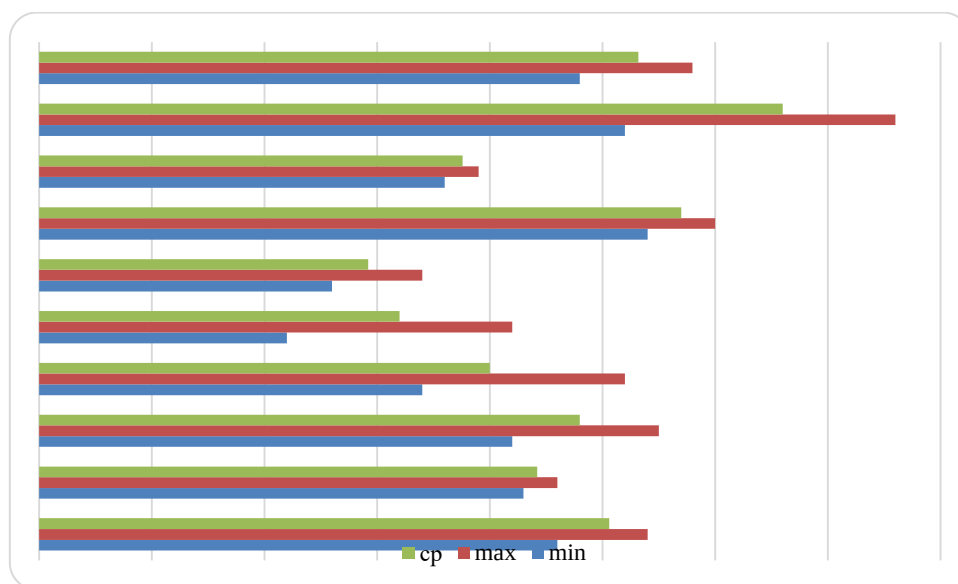


Рис. 1. Длина листьев редиса, см

Анализ данных показывает значительное разнообразие в развитии листового аппарата среди среднеспелых сортов. Наибольшей средней длиной листовой розетки характеризовались сорта Черри Белле (33,0 см) и Ризенбуттер (28,5 см), что свидетельствует об их хорошем фотосинтетическом аппарате, способном активно накапливать пластические вещества в условиях сокращающегося светового дня. Сорта Гонк Конг (26,6 см) и Скороспелка нежная (25,3 см) также показали хорошее развитие ботвы. Наименьшие значения отмечены у сортов Илке (16,0 см) и Селеста (14,6 см), что может быть сортовой особенностью. Диаметр корнеплода – ключевой товарный показатель (рис. 2).

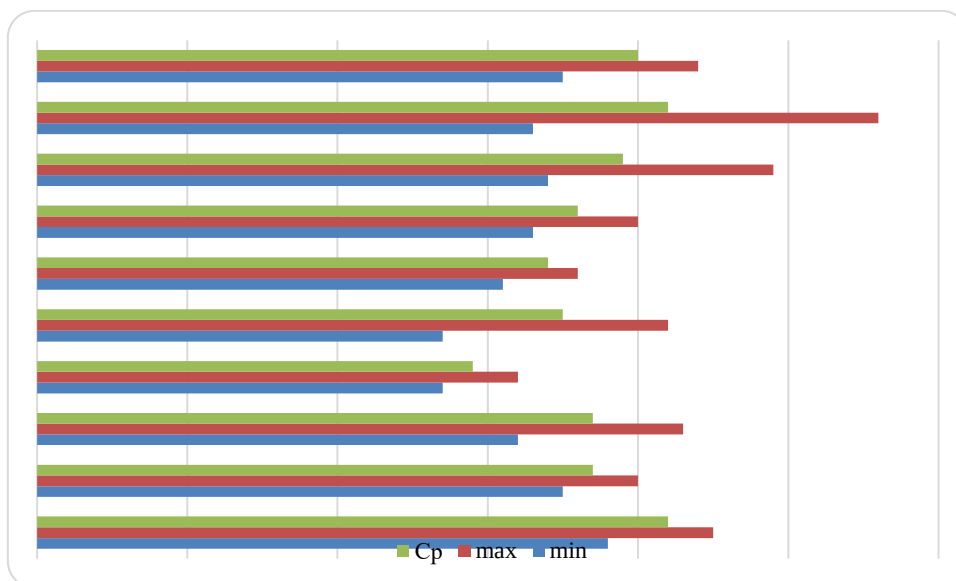


Рис. 2. Диаметр корнеплода, см

Было выявлено что сорта Черри Белле и Скороспелка нежная продемонстрировали наибольший средний диаметр корнеплода - 4,2 см. Вариабельность показателя у сорта Черри Белле (от 3,3 до 5,6 см) указывает на его высокий потенциал и зависимость от условий возделывания. Наименьший диаметр корнеплодов отмечен у сорта Алекс (2,9 см). Масса корнеплода напрямую определяет итоговую урожайность. Минимальные и максимальная масса корнеплода варьируется от 10,0 до 100,0 г (рис. 3).

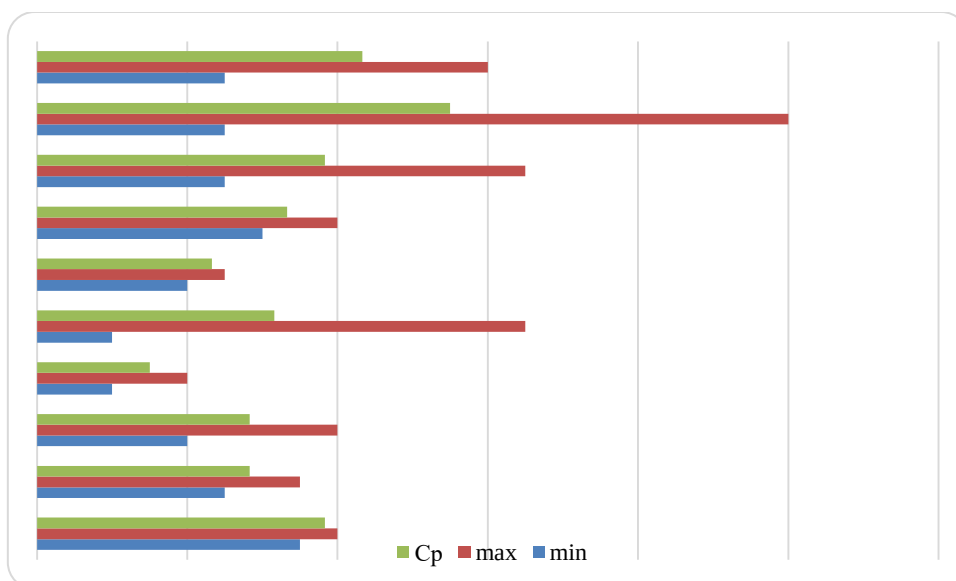


Рис. 3. Масса корнеплода, г

По массе корнеплодов выделился сорт Черри Белле, имеющий среднюю массу – 55,0 г, при этом разброс показателей (от 25,0 до 100,0 г). Высокую среднюю массу показали сорта Гонк Конг (43,3 г), а также Скороспелка нежная и Черри ЭТ (по 38,3 г). Наименьшая средняя масса отмечена у сорта Алекс (15,0 г). По показателю максимальной массы наибольший показатель был отмечен у сорта Черри Белле – 100,0 г, что превышает показатели сорта, принятого за стандарт, на 60,0 г. По показателю минимальной массы наименьшая масса была зафиксирована у сортов Алекс и Илке (10,0 г), что меньше массы сорта принятого за стандарт на 25,0 г. Продуктивность сортов является основным показателем при

возделывании сортов. Исследуемые сорта показали различную продуктивность, варьируемую от 1050,0 до 3850,0 г/м² (рис. 4).

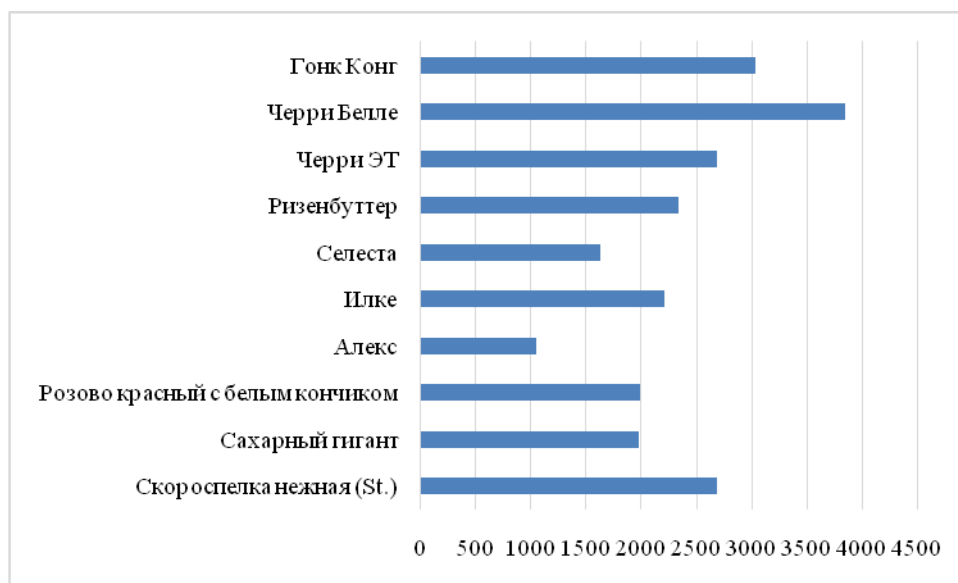


Рис. 4. Продуктивность корнеплодов, г/м²

После проведенного анализа абсолютным лидером по урожайности стал сорт Черри Белле (3850,0 г/м²). Высокую продуктивность, превышающую 2500,0 г/м², также показали сорта Гонк Конг (3033,3 г/м²), Скороспелка нежная и Черри ЭТ (по 2683,3 г/м²). Стабильную урожайность на уровне 2200,0-2350,0 г/м² обеспечили сорта Ризенбуттер и Илке. Наименьшая продуктивность отмечена у сортов Алекс (1050,0 г/м²) и Селеста (1633,3 г/м²), что является меньше показателя сорта, принятого за стандарт.

Изученные среднеспелые сорта редиса продемонстрировали высокую степень вариации по морфометрическим показателям и продуктивности в условиях осеннего посева, что подчеркивает важность сортового отбора.

Была выделена группа высокопродуктивных сортов, обеспечивающих урожайность свыше 2500,0 г/м² за 31 день вегетации: Черри Белле (3850,0 г/м²), Гонк Конг (3033,3 г/м²), Черри ЭТ (2683,3 г/м²). Данные сорта являются наиболее перспективными для осенней культуры.

Список литературы

1. Иванов В.С., Чагин В.В. Биометрические показатели сортов редиса раннеспелой и среднеспелой групп спелости в условиях республики Хакасии // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 20 дек. 2024 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2024. – С. 73-75.
2. Иванов В.С., Чагин В.В. Биометрические показатели сортов редиса в аридной зоне Республики Хакасии // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. VIII Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 20 дек. 2023 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 30-32.
3. Галеев Р.Р., Зверев А.Е., Кокорин Б.В. и др. Перспективы применения хелатных удобрений на посадках картофеля в лесостепи Западной Сибири // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 20 окт. 2025 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 18-20.

ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ПОРАЖЕННОСТЬ СЕМЯН ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА ФИТОПАТОГЕНАМИ

Исачкова О.А., канд. с.-х. наук, в.н.с.

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН,
Кемерово, Россия
e-mail: isachkova2410@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения двухкомпонентного и четырехкомпонентного протравителей с различными нормами расхода на зараженность семенной инфекцией сортов ярового голозерного овса Гаврош, Офеня и Помор. Выявлено влияние применяемых фунгицидов на снижение зараженности партий семян сортов голозерного овса. Лучшие результаты применения двухкомпонентного препарата отмечены у сорта Офеня (БЭ – 76,7-90,0 %). Большой эффект для сортов Гаврош и Помор получен при использовании четырехкомпонентного препарата (БЭ – 43,8-66,7 %). Более высокие результаты получены при снижении нормы концентрации препаратов на 25 %, где отмечалась не только гибель патогенов, но и повышение всхожести семян на 12-18 %.

Ключевые слова: голозерный овес, сортовая технология, устойчивость, семенная инфекция

Зерновые культуры играют огромное продовольственное и кормовое значение. Занимают главенствующую роль среди других культур. Главной задачей селекции является создание высокоурожайных, высококачественных, устойчивых к болезням и вредителям сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, хорошо адаптированных к определенным почвенно-климатическим условиям. Созданные в Кемеровском НИИСХ – филиале СФНЦА РАН сорта ярового овса имеют высокий потенциал продуктивности, устойчивость к ряду патогенов, высокие технологические показатели зерна. Перспективность создания голозерных сортов овса обусловлена их исключительно ценным аминокислотным составом белка, наличием в зерне большого количества витаминов, масла и крахмала, а также антиаллергическими свойствами, что позволяет использовать его как в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, так и в производстве различных видов продуктов функционального питания [1].

Качество посевного материала – важное звено в современных технологиях возделывания зерновых культур. Особое внимание уделяется их фитосанитарному состоянию, так как семена являются источниками инфекции большого количества болезней, распространенных в посевах, так как они богаты белками, минеральными веществами и представляют хороший питательный субстрат для жизнедеятельности патогенных грибов и бактерий. Патогенная микробиота семенного зерна может вызывать гибель проростков и всходов, корневые гнили, снижение продуктивной кустистости и, как следствие, приводить к снижению урожая и технологических показателей зерна нового урожая [2].

Различными исследованиями показана высокая доля зараженности семян зерновых культур, и овса в том числе, патогенной микофлорой. Доминирующее положение занимают грибы *Bipolaris sorokiniana* Sacc., виды рр. *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*, а также возбудители бактериозов. Грибы *B. sorokiniana* и *Alternaria* sp. являются основными патогенами, поражающими вегетирующие растения и зерно и вызывающими черноту зародыша семян, что приводит к ухудшению качества зерна, снижению его массы и недобору урожая [3, 4]. Многие исследователи отмечают, что голозерные сорта овса более

устойчивы к поражению зерна грибными болезнями по сравнению с пленчатыми сортами [5-7]. Тем не менее сортов голозерного овса с иммунитетом к инфекционным заболеваниям пока нет, поэтому, наряду с созданием устойчивых к инфекции сортов, необходимо рациональное сочетание агроприемов при возделывании голозерного овса, предусматривающих защитные мероприятия с четким соблюдением технологических регламентов. В связи с этим целью данных исследований являлось изучение влияния протравителей на снижение инфекционной нагрузки семенного материала сортов голозерного овса.

Исследования проводились в 2024 году в лабораторных условиях на сортах голозерного овса селекции СФНЦА РАН Гаврош, Офеня, Помор. Для изучения взят оригинальный семенной материал категории суперэлита, выращенный на полях Кемеровского НИИСХ – филиала ФНЦА РАН.

Изучена эффективность препаратов Виал ТрасТ, ВСК (80 г/л тиабендазола + 60 г/л тебуконазола) и Доспех Квадра, КС (300 г/л имидаклоприда + 30 г/л тиабендазола + 30 г/л тебуконазола + 20 г/л имазалила) с нормой применения 25 % от нормы, рекомендуемой производителем (коэффициент применения 0,75), норма рекомендуемая производителем (коэффициент применения 1,00), 25 % к норме, рекомендуемой производителем (коэффициент применения 1,25). Препараты зарегистрированы и разрешены к применению на территории Российской Федерации.

Выбор концентраций препарата обусловлен необходимостью получения знаний по реакции растений голозерного овса на обработку протравителями в связи с морфологическими и биологическими особенностями культуры.

Зараженность семян определяли методом влажной камеры с применением бумажных рулонов по ГОСТ 12044–93 [8] по четыре рабочих пробы каждого варианта. Лабораторную всхожесть определяли по ГОСТ 12038-84 [9]. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась методом дисперсионного анализа с помощью пакета прикладных программ «SNEDEKOR» [10].

Фитопатологическая экспертиза исходных партий семян сортов голозерного овса показала значительное заражение семенной инфекцией. У сорта Гаврош распространенность инфекции составила 96 % с интенсивностью развития инфекции 60 %. У сорта Офеня поражение 60 % с интенсивностью 30%; Семена сорта Помор характеризовались значительным поражением и интенсивностью проявления заболеваний – 76 и 37% соответственно (см. таблицу).

При обработке семян голозерного овса фунгицидами отмечено снижение как распространенности, так и интенсивности поражения инфекцией. В зависимости от сорта, препарата и нормы расхода биологическая эффективность распространенности инфекции составила от 18,4 до 76,7 %, развития инфекции – от 45,9 до 90,0 %. При этом четкой тенденции биологической эффективности используемого препарата и его концентрации не выявлено. Так, лучшие результаты применения препарата Виал ТрасТ, ВСК с пониженной нормой расхода получены у сорта Офеня (биологическая эффективность 76,7-90,0 %). Для сортов Гаврош и Помор более эффективным был многокомпонентный препарат Доспех Квадра, ВС с повышенной нормой расхода (биологическая эффективность 43,8-66,7 и 65,8-75,7 % соответственно). В целом больший эффект от применения обоих протравителей был отмечен у сорта Офеня, где снижение зараженности патогенами составило на 22,6-37,4 % больше, чем на сорте Гаврош, и на 17,7-25,8% больше, чем на сорте Помор.

Как отмечают многие исследователи, заселенность семян зерновых культур микроорганизмами не всегда однозначно свидетельствует о снижении посевных качеств, поскольку не все виды грибов одинаково патогенны [1, 2, 7]. Лабораторная всхожесть семян исходных образцов составила у сорта Гаврош 80 %, у сорта Офеня – 96 %, у сорта Помор – 67 % (см. таблицу).

Результат фитопатологического анализа партий семян голозерного овса, 2024 г.

№ п/ п	Препарат	Коэффициент применения препарата	Лабораторная всхожесть, %	Распространенность инфекции (Р)		Развитие инфекции (R)	
				%	БЭ, %	%	БЭ, %
Сорт Гаврош							
1	Контроль	-	80,0	96,0	-	60,0	-
2	Виал ТрасТ, ВСК	0,75	94,0	74,0	22,9	31,0	48,3
3		1,00	81,0	64,0	33,3	23,5	60,8
4		1,25	88,0	68,0	29,2	30,0	50,0
5	Доспех Квадра, ВС	0,75	95,0	70,0	27,1	30,0	50,0
6		1,00	93,0	68,0	29,2	30,0	50,0
7		1,25	71,0	54,0	43,8	20,0	66,7
НСР ₀₅			6,7	9,5	5,7	9,6	6,1
Сорт Офеня							
1	Контроль	-	96,0	60,0	-	30,0	-
2	Виал ТрасТ, ВСК	0,75	78,0	14,0	76,7	3,0	90,0
3		1,00	97,0	20,0	66,7	6,0	80,0
4		1,25	86,0	16,0	73,3	5,0	83,3
5	Доспех Квадра, ВС	0,75	86,0	24,0	60,0	11,0	63,3
6		1,00	95,0	24,0	60,0	8,0	73,3
7		1,25	46,0	26,0	56,7	8,5	71,7
НСР ₀₅			13,3	11,5	6,5	6,7	7,6
Сорт Помор							
1	Контроль	-	67,0	76,0	-	37,0	-
2	Виал ТрасТ, ВСК	0,75	85,0	40,0	47,4	17,0	54,1
3		1,00	75,0	60,0	21,1	18,0	51,4
4		1,25	65,0	62,0	18,4	20,0	45,9
5	Доспех Квадра, ВС	0,75	79,0	34,0	55,3	13,0	64,9
6		1,00	69,0	40,0	47,4	13,5	63,5
7		1,25	56,0	26,0	65,8	9,0	75,7
НСР ₀₅			7,1	13,3	15,2	6,7	8,7

Проведенные исследования показали, что голозерные сорта овса, вследствие своих морфологических особенностей зерновки, имеющие незащищённый зародыш, чувствительны к воздействию химических препаратов. Так, наибольшие параметры всхожести у сортов Гаврош и Помор отмечены на вариантах с низкой концентрацией препаратов, где превышение над контролем составило: 14-15 % у сорта Гаврош и 12-18 % у сорта Помор. По сорту Офеня лучшие показатели отмечены на вариантах с обработкой семян концентрацией, рекомендуемой производителем. При обработке семян повышенными концентрациями фунгицидов наблюдалось снижение лабораторной всхожести на всех изучаемых сортах, особенно при обработке препаратом Доспех Квадра, КС – от 9 до 50 % к контролю.

Результатом дисперсионного анализа установлено, что на значения развития и распространения заболеваний на вариантах опыта большее влияние оказали нормы расхода препарата – 36,8-45,3%, на показатель всхожести большее влияние оказали сортовые особенности анализируемых образцов (27,3 %).

Таким образом, обработка семян голозерного овса фунгицидами способствовала снижению как распространенности, так и интенсивности развития семенной инфекции. При этом четкой тенденции биологической эффективности используемого препарата и его концентрации не выявлено. Вместе с тем больший эффект получен при использовании четырехкомпонентного препарата Доспех Квадра. Из анализируемых вариантов концентрации препаратов лучшие результаты получены при снижении нормы на 25 %, где отмечалась не только гибель патогенов, но и повышение всхожести семян. Это говорит о необходимости индивидуального подхода к разработке сортовых и промышленных приемов возделывания голозерного овса.

Список литературы

1. Исачкова О.А. Устойчивость голозерного овса к семенной инфекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 2. – С. 11-16.
2. Баталова Г.А. Селекция зерновых культур на иммунитет на Северо-Востоке Европейской территории России // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3. – С. 8-11.
3. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П. Особенности поражения овса фузариозом (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 6. – С. 3-10.
4. Нешумаева Н.А., Голубев С.С. Оценка устойчивости овса к сибирской популяции возбудителя красно-бурой пятнистости *Drechslera avenae* // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 5. – С. 48-51.
5. Tekauz A.B., Fetch M.J., Rossnagel B.G., Savard M.E. Progress in assessing the impact of Fusarium head blight on oat in western Canada and screening of Avena germplasm for resistance // Cereal Res. Comm. – 2008. – No. 36. – P. 49–56.
6. Yan W., Fregeau Reid J., Rioux S., Pageau D., Xue A., Martin R., Fedak G., de Haan B., Lajeunesse J., Savard M. Response of oat genotypes to Fusarium head blight in Eastern Canada // Crop Sci. – 2010. – No. 50. – P. 134–142. DOI: 10.2135/cropsci2009.03.0129.
7. Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю. Разнообразие культурного овса по хозяйственно ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – № 20 (3). – С. 286–294.
8. ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М.: Стандартинформ, 2011. – 57 с.
9. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести – М.: Стандартинформ, 2011. – 83 с.
10. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-20>
УДК 633.11

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СПЕЛЬТОИДНОСТИ И ЛОМКОКОЛОСОСТИ У АМФИДИПЛОИДОВ ПШЕНИЦЫ С ЭГИЛОПСАМИ СЕКЦИИ *SITOPSIS*

Капустина В.Е.^{1,2}, студентка,

Блинов А.Г.¹, канд. биол. наук

Научный руководитель – Гончаров Н.П.^{1,2}, акад. РАН, д-р биол. наук

¹Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,

Новосибирск, Россия

e-mail: v.kapustina@g.nsu.ru

Аннотация. Синдром доместикиации – комплекс значимых для возделывания сельскохозяйственных растений признаков. У пшениц ряд из них чаще всего наследуются совместно: ломкость колоса, плёчатость/голозёрность и спельтоидная/нормальная) форма колоса. Ломкий колос приводит к существенному снижению урожайности, а зёрна с плёнками вымолачивать сложнее, что создаёт сложности со сбором и обработкой урожая. Селекционный процесс снизил полиморфизм возделываемых сортов полиплоидных пшениц по проявлениям этих признаков. Знание наследования этих признаков позволит расширить

биоразнообразие пшениц за счёт полиморфизмов диких видов – сородичей и искусственных амфидиплоидов.

Ключевые слова: пшеница, синдром доместикации, плёнчатость, ломкость, голозёрность, спельтоидность, биоразнообразие

Введение. У пшениц ломкость, плёнчатость и спельтоидность наследуются совместно, так как чаще всего контролируются транскрипционным фактором, который кодируется геном Q [1]. Синдром доместикации (неломкий колос, нормальная форма колоса и голозёрность) являются рецессивными признаками. Поскольку рецессивный аллель гена Q приводит к снижению потерь при сборке и обработки урожая, он имел большое влияние на распространение пшеницы по миру.

Селекционный процесс снизил полиморфизм возделываемых сортов полиплоидных пшениц [2] по данным признакам до нескольких аллелей Q гена, представленных в А геноме. В полиплоидных пшеницах в В и D геномах полиплоидных пшениц locus Q всегда не функционален. Сиквенсы белков, транслируемых аллелями q и Q из А генома имеют важное отличие: наличие аминокислотной замены в позиции 329 (Val на Ile), к изменению третичной структуры белка она не приводит, однако делает белок не функциональным. Аминокислотная замена происходит в результате однонуклеотидной замены 2123-го нуклеотида G на A.

В настоящее время в связи с переходом к функциональному питанию появляется спрос на кашенные культуры пшениц. Полиморфизм признака «плёнчатость» у их возделываемых видов отсутствует, и он обусловлен единственным доминантным геном Q в А геноме. Знание наследования признаков синдрома доместикации у диких пшениц позволит расширить биоразнообразие возделываемых пшениц за счёт интрогрессии гена и, возможно, сделать плёнчатые кашные культуры голозёрными.

Объект исследования и анализ результатов. Исследование проводилось на нескольких разных образцах разных видов пшеницы, выделение ДНК проводилось из листьев через 2-3 недели после посадки, был просеквенирован фрагмент гена Q, содержащий нуклеотид, и растения были описаны по фенотипическому проявлению признаков (см. таблицу).

Экспериментальный материал

Номенклатура	Каталог	Геномная формула	Плоидность	Нуклеотид в А	Ломкий	Спельт.	Плёнч.
AD T. durum × Ae.longissima	№ 8891 II-16	BAS ^l	2n=42	G	-	+	+
T.durum × Ae. sharonensis	AUS 21840	BAS ^{sh}	2n=42	G	+	-	+
T.dicoccum × Ae.sharonensis	AUS 21842	BAS ^{sh}	2n=42	A	+	+	+
Speltiforma	6535		2n=42	G	+-	+	+
Speltiforma	5/10 V-16		2n=42	G	-	+	-
T.spelta	Rother Sommer Kolben	BAD	2n=42	G	+	+	+
T. timopheevii × Ae. speltoides		GAS ^l	2n=42	G	+	+	+
T. timonovum		GGAA	2n=56	G	+	+	+
Гибрид F3 TDE × BAS		BBAADS	2n=42	G	слабо	+	+
T.durum × Ae. sharonensis	AUS 21844	BAS ^{sh}	2n=42	A	+	+	-
T.spelta 152-1	152-1	BAD	2n=42	A	-	+	+
Ae.speltoides ligustica	Ae 326	S	2n=14		+	+	+
T. aminovii		BAS	2n=42	A	+	+	+
T.flaksbergeri		GA ^u BA ^u	2n=56	G	-	-	-

Был просеквенирован также геном S у *Ae.speltoides*. Несмотря на присутствие признаков «синдрома доместикации» на позиции 2123 стоит не гуанин, а цитозин, и ему соответствует аминокислотная замена валина на лейцин.

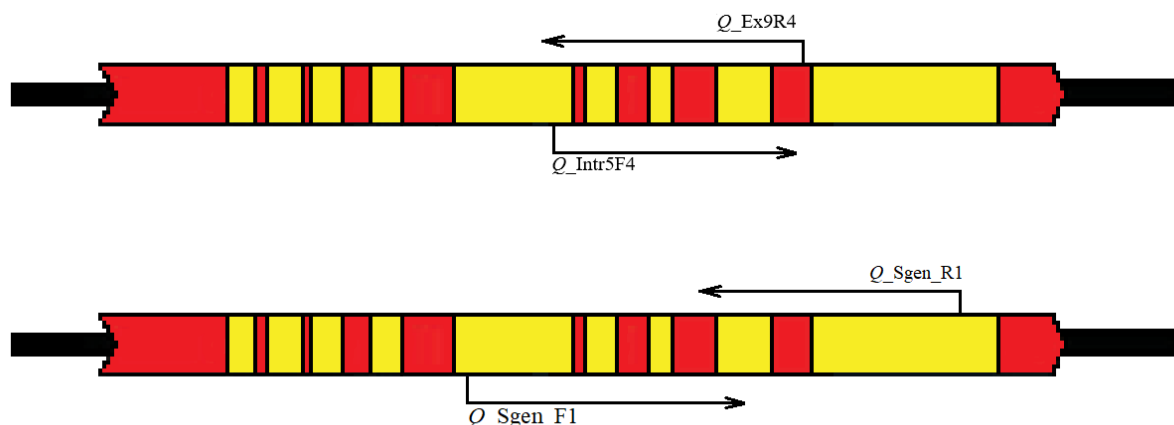
У ряда изучаемых образцов была обнаружена однонуклеотидная замена в A геноме гуанина на аденин, приводящая к возникновению признаков «синдрома доместикации» у четырёх образцов, но ни у одного из них «синдром доместикации» не проявился. Кроме того, у пяти образцов при наличии аллеля Q дикого типа, фенотипически проявляются некоторые признаки «синдрома доместикации».

Подход и методические основы. В настоящем исследовании применялся стандартный метод выделения суммарной ДНК из листьев, ПЦР-амплификация, электрофорез, секвенирование по Сэнгеру.

Для ПЦР-амплификации использовались следующие праймеры:

1. 5'- GAGCTGTGGTCTCATCTCAT – 3' (Q_Intr5F4);
2. 5' – GAAGCCATGACAAGCAGATG -3' (Q_Ex9R4).
3. 5' – CACGGAACTATCAATCAGGA-3' (Q_Sgen_R1)
4. 5' – GTTGAGCTTTGATGTCATAT-3' (Q_Sgen_F1)

Их расположение на гене Q показано на рисунке.



Расположение праймеров и направление считывания последовательности

Подбор праймеров осуществлялся на основе анализа референсных последовательностей гена из всех геномов, взятые из базы данных NCBI. Выравнивание последовательностей и анализ проводился с помощью программы AliView.

Практическая значимость и перспективы внедрения. Полученная информация представляет ценность для изучения наследования важных для сельского хозяйства признаков и может быть использована для улучшения качества возделываемых сортов пшеницы.

Выводы

1. Признаки «синдрома доместикации» не всегда наследуются совместно.
2. У изученных в данной работе искусственных амфидиплоидов рабочий локус гена Q не всегда находится в A геноме, он может находиться и в S геноме. Если ген Q находится в S геноме, у него вместо валина стоит лейцин на позиции 329.
3. T.spelta 152-1 (Ирак) из коллекции Куккука на самом деле не спельта, т.к. спельтоидность у неё не обуславливается геном Q.
4. Выявленная мутация у амфидиплоидов: AUS 21842, AUS 21844 и AUS 21840 позволяет расширить полиморфизм по плёнчатости/голозёрности и использовать его в селекционном процессе для получения «слабоплёчатых» пшениц.

Список литературы

1. Simons K.J. Molecular characterization of the major wheat domestication gene Q // Genetics. – 2006. – Vol. 172. – No. 1. – P. 547–555.
2. Yadav I.S. Exploring genetic diversity of wild and related tetraploid wheat species *Triticum turgidum* and *Triticum timopheevii* // Journal of Advanced Research. – 2022. – Vol. 48. – P. 47–60.

<https://doi.org/10.26898/2026-21>

УДК 631.527.52:633.174

СОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР СЕЛЕКЦИИ СФНЦА РАН

Кашеваров Н.И., д-р с.-х. наук, акад. РАН,

Полюдина Р.И., д-р с.-х. наук, г.н.с.,

Потапов Д.А., канд. с.-х. наук, в.н.с.,

Гришин В.М., канд. с.-х. наук, в.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: potapov.dmytry@yandex.ru

Аннотация. Учреждениями СФНЦА РАН Западной и Восточной Сибири создано 240 сортов по 46 сельскохозяйственным культурам. В статье представлены результаты многолетних селекционных исследований по основным культурам: клевер луговой, костреч безостый, суданская трава, рапс 00 и 000-нулевого типа, соя, овес.

Ключевые слова: эспарцет песчаный, клевер луговой, костреч безостый, яровой овес, суданская трава, соя, бобы кормовые, рапс яровой, редька масличная

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства, в частности растениеводства и кормопроизводства, предусматривает широкое использование сортов кормовых культур нового поколения. В СФНЦА РАН в настоящее время селекционные исследования по созданию таких сортов ведутся в одиннадцати подразделениях, охватывающих территорию Западной и Восточной Сибири (см. рисунок). За годы исследований создано 240 сортов по 46 сельскохозяйственным культурам, в том числе 52 сорта кормовых культур.

Наиболее распространенные среди них – засухоустойчивые сорта эспарцета. Сорт СибНИИК 30 создан методом массового отбора из сортопопуляций эспарцета песчаного Новосибирская 3274, Кемеровская 12, Гибридная 2048 с урожайностью сухого вещества 64,1 ц/га, семян – 8,1 ц/га. Сорта эспарцета Михайловский 5 и Михайловский 10 (Красноярский НИИСХ), выведенные в Восточно-Сибирском отделе методом массового отбора из дикорастущих форм, отобранных в Пий-Хемском районе Республики Тывы. Урожайность семян достигает 12–17 ц/га.

Впервые в Сибири методом поликросса созданы сорта клевера лугового: СибНИИК 10, Родник Сибири, Атлант (совместно с НИИСХ Северного Зауралья – филиал Тюменского НЦ СО РАН, Иркутский НИИСХ, с 2007 года включен в Госреестр по семи регионам России).

Сорт Огонёк создан совместно с Кемеровским НИИСХ путём многократного массового отбора. При средних параметрах по урожайности сухого вещества 75 ц/га (зеленой массы до 600 ц/га, семян до 4 ц/га) сорт включён по трем регионам Российской Федерации (9, 10, 11 регионы).

Впервые в условиях Западной Сибири совместно с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» созданы зимостойкие сорта клевера раннеспелого типа (двуукосные) на тетраплоидной

основе (урожайность кормовой массы до 800 ц/га за два укоса) – Метеор, Памяти Лисицына, Ассоль. На диплоидной основе (с урожайностью кормовой массы до 600 ц/га за два укоса) – Сорт Прима [1, 2].



Подразделения по селекции и семеноводству в структуре СФНЦА РАН

Анализируя данные конкурсного сортоиспытания клевера лугового за 2024–2025 гг. установлено, что урожайность зелёной массы позднеспелого сорта СибНИИК 10 по укосам составила в первом укосе – 518 ц/га, втором укосе – 75 ц/га, в сумме за два укоса – 594 ц/га. Урожайность сухого вещества позднеспелого сорта СибНИИК 10 по укосам составила в первом укосе – 97 ц/га, втором укосе – 32 ц/га, в сумме за два укоса – 82 ц/га. У растений второго года пользования в связи с неблагоприятными условиями урожайность зеленой массы была несколько раз ниже и составила в первом укосе – 63 ц/га, втором укосе – 30 ц/га, в сумме за два укоса – 93 ц/га. Урожайность сухого вещества позднеспелого сорта СибНИИК 10 второго года пользования по укосам составила в первом укосе – 21 ц/га, втором укосе – 1 ц/га, в сумме за два укоса – 22 ц/га.

В Западной Сибири кострец безостый занимает одно из ведущих место среди многолетних злаковых трав благодаря высокой урожайности, хорошему качеству корма и исключительной нетребовательности к условиям выращивания [3, 4]. Зимостойкий и засухоустойчивый сорт костреца безостого Рассвет выведен методом рекуррентного отбора.

В основу селекции суданской травы положены методы химического мутагенеза, гибридизации и отборов. За годы исследований созданы высокоурожайные засухоустойчивые сорта суданской травы: Новосибирская 84, Лира, Достык 15, Карагандинская, Ника [5]. В питомнике конкурсного сортоиспытания суданской травы 2025 года урожайность зеленой массы варьировала от 403 (сорт Новосибирская 84) до 415 ц/га

(Ли́ра), урожайность семян – от 23,2 до 24,7 ц/га, облиственность – от 36 до 36,8% соответственно. Методом рекуррентного отбора в мутантных потомствах создан сорт суданской травы Ли́ра. Совместно с НИУ Республики Казахстан созданы высокоурожайные засухоустойчивые сорта Достык 15, Карагандинская и Ника.

Первый сорт сибирской селекции редьки масличной Сибирячка был создан методом многократного индивидуального отбора. Урожайность ее кормовой массы за три года конкурсного сортоиспытания составила 336 ц/га, семян 12,3 ц/га.

В настоящее время СФНЦА РАН является оригинатором пяти канольных (двухнулевых) сортов ярового рапса, один из которых имеет желтую окраску оболочки семян – трехнулевой сорт СИБНИИК 32 [6, 7]. Этот сорт отличается от других повышенным содержанием белка и масла в семенах 26,9 и 47,8% соответственно. Максимальная урожайность семян в государственном сортоиспытании составила 38,5 ц/га.

Возделывание сои в Сибири стало возможным после создания в Сибирском НИИ кормов первого сорта сибирского экотипа СИБНИИК 315 с урожайностью зерна до 28 ц/га. Этот сорт внесен государственный реестр по пяти регионам Российской Федерации. Далее были получены сорта Горинская и СИБНИИК 9 с помощью гибридизации и мутагенеза [8, 9].

В настоящее время ведутся исследования совместно с ИЦиГ СО РАН по геномной селекции сои. Изучена коллекция, выделены лучшие сортообразцы по скороспелости, высоте прикрепления нижнего боба, содержания белка и продуктивности. Созданы гибридные формы. Перспективный селекционный материал изучается в конкурсном сортоиспытании.

В 2024 г. на Государственное сортоиспытание передан новый сорт сои Радуга (СНК-146). Основным методом создания этого сорта послужил индивидуальный отбор из гибридной популяции. Результаты изучения этого сортообразца в питомниках конкурсного сортоиспытания в течение трех лет показали его высокую урожайность, которая составила 113% от стандартной (см. таблицу).

Параметры нового сорта сои Радуга, 2021-2024 гг.

Признак	Радуга	СибНИИК 315, ст.	%, ± к стандарту
Урожайность семян, ц/га	23,6	20,8	113*
Сбор жира, ц/га	4,2	3,6	117*
Вегетационный период, дни	104	99	+5
Высота прикрепления нижнего боба, см	14,4	12,5	115*

Сорт ярового овса Урал 2 создан методом индивидуально-семейственного отбора совместно с Уральским НИИСХ (филиал УрФАНИЦ УРО РАН). Сорт среднепоздний кормового направления для возделывания на зеленый корм и зерно в степных и лесостепных районах Западной, Восточной Сибири и Урала.

В настоящее время СФНЦА РАН содержит 11 селекционных подразделений в Западной и Восточной Сибири. Создано 240 сортов по 46 сельскохозяйственным культурам. Дальнейшие исследования селекционного центра СФНЦА РАН будут направлены на создание высокоурожайных сортов с признаками скороспелости, высокобелковости, зимостойкости и другими.

Список литературы

1. Новоселов М.Ю. Селекция клевера лугового (*Trifolium pratense* L.). – М., 1999. – 184.
2. Полюдина Р.И. Клевер в Сибири. - Новосибирск, 2017. – 348 с.
3. Осипова Г.М. Кострец безостый: особенности биологии и селекция в условиях Сибири. – Новосибирск: СО РАСХН, 2006. – 226 с.

4. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Казаринова И.Н., Потапов Д.А. Новый сорт костреца безостого Флагман // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 1. – С. 17-19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/17-19>.
5. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Балыкина Н.В., Штаус А.П. Суданка в кормопроизводстве Сибири / под ред. Н.И. Кашеварова. – Новосибирск, 2004. – 224 с.
6. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Рапс: особенности биологии, селекция в условиях Сибири и экологические аспекты использования. – Новосибирск, 2009. – 132 с.
7. Карпачев В.В. Рапс яровой. - Липецк, 2008. – 236 с.
8. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А. Селекция сои в Сибирском НИИ кормов СФНЦА РАН // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 8. – С. 28-32. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10804.
9. Tamagno S., Aznar-Moreno J.A., Durrett T.P., Vara Prasad P.V. et al. Of oil and fatty acid accumulation during seed development in historical soybean varieties // Field Crops Research. - 2020. – Vol. 248. – P. 107719. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107719>.

<https://doi.org/10.26898/2026-22>
УДК 633[15+31]:631.559:631.5

КОРМОПРОИЗВОДСТВО БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Кравцов С.В., канд. с.-х. наук, доцент

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,
Жодино, Республика Беларусь
e-mail: npz@izis.by

Аннотация. Проведен корреляционный анализ посевных площадей кукурузы и производства молока за 40-летний период, который свидетельствует о сильной прямой связи между этими показателями ($r = 0,96$). Представлена динамика сбора энергии с 1 га посева кукурузы. Её питательная ценность повышалась по мере потепления климата и внедрения в производство более скороспелых гибридов. Эти факторы способствовали значительному росту посевных площадей под кукурузой на зерно, урожайность которой достигает 6,5 т/га. Наряду с этим налажено семеноводство на двух кукурузокалибровочных заводах, более чем наполовину закрывающих потребность страны в семенах. Изменение климата также диктует необходимость разработки и внедрения новых технологических приемов выращивания важных для животноводства кормовых культур – кукурузы и люцерны. Одним из них является поукосный посев после уборки озимых промежуточных культур на корм. Острая проблема дефицита белка в стране, основным потребителем которого (до 80 %) является крупный рогатый скот, может быть в значительной мере решена за счет расширения посевов люцерны, что в настоящее время активно осуществляют сельхозпроизводители страны.

Ключевые слова: кукуруза, люцерна, посевные площади, урожайность

Аграрная отрасль Республики Беларусь является высокотехнологичной и экспортно-ориентированной еще со времен бывшего СССР. В настоящее время экспорт составляет более 60 % в виде молочной продукции и более 20 % от производимого в стране мяса. В 2025 г. в сельскохозяйственных организациях было получено 9 млн т молока, 1,8 млн т скота и птицы, 34 млрд шт. яиц [1]. И все это обеспечено благодаря прочной кормовой базе. Например, в 2025 г. производство зерна в весе после доработки составило 8,74 млн т, рапса, шрот которого используется на корм, – 850 тыс. т, заготовлено травяных кормов в виде сена, силоса и сенажа в количестве более 10 млн т кормовых единиц. Основным потребителем кормов (80 %) является крупный рогатый скот. По этой причине в стране сделана ставка на

две важные кормовые культуры: кукурузу и люцерну, в наибольшей степени удовлетворяющие потребность животноводства в энергии и белке.

Как свидетельствуют данные таблицы, производство молока в Беларуси в значительной мере определялось производством кукурузного силоса, с увеличением заготовки которого повышалось производство молока. Коэффициент корреляции составил 0,96.

За 40-летний период произошли существенные изменения в качественных показателях силосного сырья, что обусловлено, с одной стороны, потеплением климата, с другой – сменой гибридного состава в сторону более скороспелых с высокой долей зерна (крахмала) в зеленой массе. По этим причинам ее питательность повысилась с 0,2 до 0,3 к.ед. в 1 кг, а в очень теплые годы и до 0,35.

Потепление климата особенно положительно сказалось на производстве зерна кукурузы. Если в 80-х годах прошлого столетия сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в стране составляла 789 °С, в 90-х – 836 °С, в нулевых нынешнего столетия – 916 °С, то в последние 16 лет она резко увеличилась до 1041 °С. Благодаря этому, а также селекционным достижениям, росла урожайность зерна, повлекшая за собой соответствующее изменение посевных площадей (рис. 1). В среднем за 2022–2025 гг. урожайность зерна кукурузы составила 5,9 т/га, что в 1,8 раза больше, чем получено у традиционных для Беларуси зерновых культур (рожь, пшеница, тритикале, ячмень, овес) [2, 3].

Динамика производства кукурузы и молока в Республике Беларусь

Годы	Уборочная площадь, тыс. га	Урожайность, т/га		Валовой сбор зеленой массы, млн тонн		Производство молока, млн т
		зеленой массы	к.ед.	зеленой массы	к.ед.	
1986-1990	431	30,1	6,13	13,0	2,64	5,48
1991-1995	330	16,9	3,73	5,6	1,23	3,86
1996-2000	257	19,8	4,69	5,1	1,21	2,92
2001-2005	458	16,9	4,23	7,7	1,94	3,35
2006-2010	666	24,7	6,78	16,4	4,52	5,13
2011-2015	884	24,6	7,11	21,8	6,29	6,20
2016–2020	893	24,4	7,30	21,8	6,52	7,08
2021	933	23,3	6,99	21,7	6,52	7,59
2022	996	21,2	5,76	21,1	5,74	7,66
2023	947	24,4	8,37	23,1	7,92	8,14
2024	941	23,0	8,22	21,6	7,78	8,54
2025	1044	22,1	6,19	23,1	6,46	9,00
$r = 0,96$						

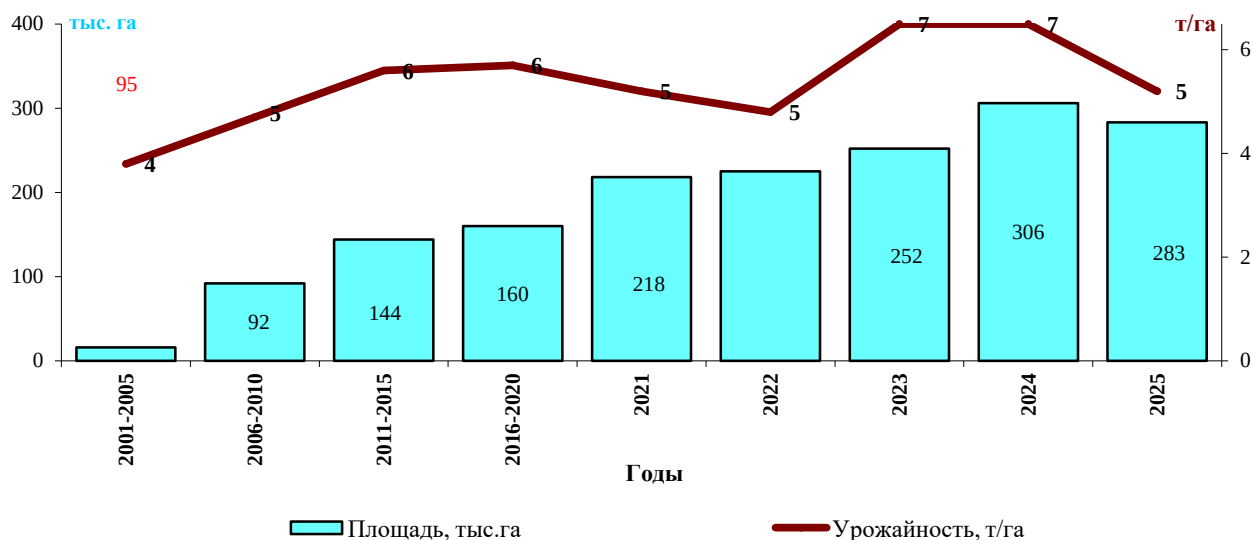


Рис. 1. Динамика уборочных площадей и урожайности кукурузы при выращивании на зерно в Республике Беларусь

Однако, несмотря на существенное потепление климата, тепловой режим все еще остается лимитирующим урожайность зерна фактором для кукурузы. Так, при сумме эффективных температур в 2023–2024 гг. 1121–1290 °С урожайность зерна составила 6,5 т/га, а когда она опускалась в 2021–2022 и 2025 гг. до 927–1011 °С сбор его снижался до 4,8–5,2 т/га. Коэффициент корреляции между этими показателями составляет 0,89.

С 2009 г. в Беларуси функционируют 2 кукурузокалибровочных завода, которые ежегодно производят около 20 тыс. т гибридных семян преимущественно отечественной селекции, более чем наполовину закрывая потребность страны (рис. 2). В 2026 г. допущены к использованию 422 гибрида кукурузы, в том числе 17 – отечественной селекции, 22 – российской и 304 – западноевропейской [4, 5]. Из этого количества внесенных в реестр гибридов в 2025 г. на полях страны высевалось 212. Стоит задача расширить линейку гибридов собственной селекции, особенно зернового направления, и довести производство семян в стране до 80 %.

Изменение климата привело к тому, что в различных регионах страны каждый четвертый или третий год отмечаются засухи. Вероятность их с продолжительностью 2–3 декады, например, в Гомельской области составляет 43 % лет в мае, 50 % – в июне, 7 % – в июле, 71 % – в августе и 64 % лет в сентябре.

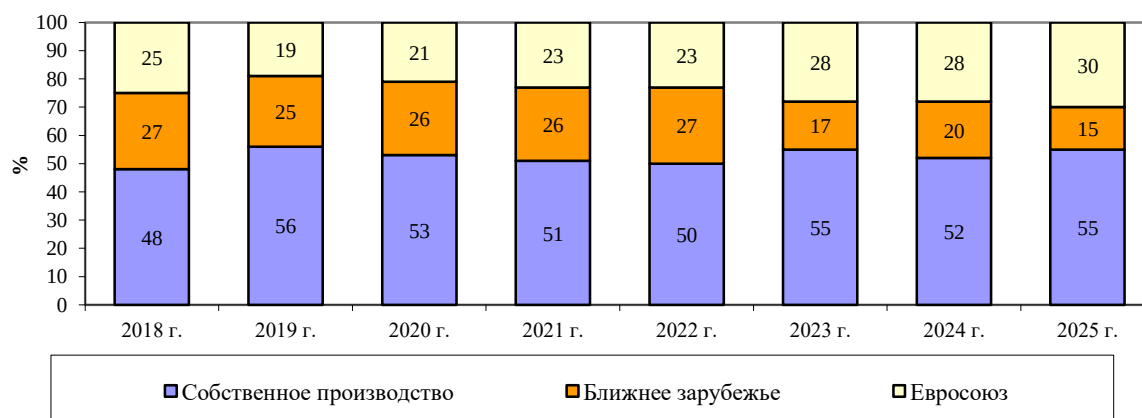


Рис. 2. Структура посевов кукурузы в Республике Беларусь

Июль на всей территории республики является наиболее влагообеспеченным с наименьшим риском для выращивания сельскохозяйственных культур (вероятность засух 8 %), а август – самым засушливым (вероятность продолжительных засух 45 % лет). Частый дефицит влаги отмечается и в сентябре (39 % лет). Все это свидетельствует о низкой эффективности выращивания пожнивных культур. В таких условиях первостепенное значение имеют озимые промежуточные культуры, после которых можно высевать: 1) кукурузу; 2) люцерну; 3) просо с бобовыми культурами или бобово-злаковые смеси; 4) озимые зерновые или рапс; 5) сорговые культуры.

Наши двухлетние исследования показали, что включение озимой ржи в качестве промежуточной культуры, после уборки которой по минимальной обработке почвы высевалась кукуруза, продуктивность поля возросла с 14,2–15,3 т/га сухого вещества при получении одного урожая в год до 22,6–23,2 т/га (рис. 3). Перспективным направлением при таком выращивании кукурузы может быть полосовой посев (strip-till). Важно то, что молодые пожнивно-корневые остатки озимой ржи являются хорошим влагонакопителем, благодаря чему влажность почвы в период наибольшего потребления воды культурой – в августе, когда она в дефиците, более высокая, что не приводит к падению урожайности при более поздних сроках сева. При посеве по зяби такое не наблюдается.

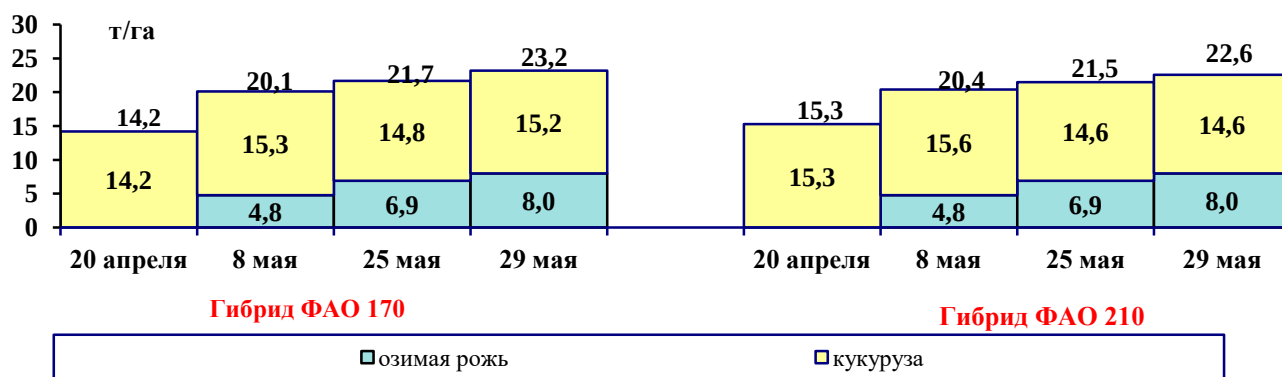


Рис. 3. Урожайность сухого вещества озимой промежуточной культуры и поукосной кукурузы (среднее за 2024-2025 гг.)

Трехлетними исследованиями доказана высокая эффективность выращивания после озимой промежуточной культуры и люцерны, которая в весенних посевах в первый год жизни сильно подавляется сорной растительностью и не дает высокого урожая. В поукосном посеве при проведении мелкой поверхностной обработки почвы эта проблема не стоит так остро, благодаря чему посев получается более чистым, а продуктивность поля возрастает в сравнении с весенним основным посевом в 1,6 раза по сбору протеина и в 1,8 раза по обменной энергии (рис. 4). Такая технология должна получить широкое распространение и по той причине, что посевные площади люцерны в стране неуклонно растут, составив 360,6 тыс. га в 2025 г. (рис. 5). Оптимально в ближайшие годы их довести до 10 % от площади пашни. Сдерживающим фактором является отсутствие собственных семян, которые приходится импортировать, в том числе из Российской Федерации. Из внесенных в Госреестр 59 сортов люцерны, 47 относятся к посевной, 11 – к изменчивой и 1 – к желтой. Эти три вида представлены шестью отечественными сортами, но их семеноводство затруднено несоответствующими биологии культуры климатическими условиями из-за обильных осадков в период завязывания семян в июле.

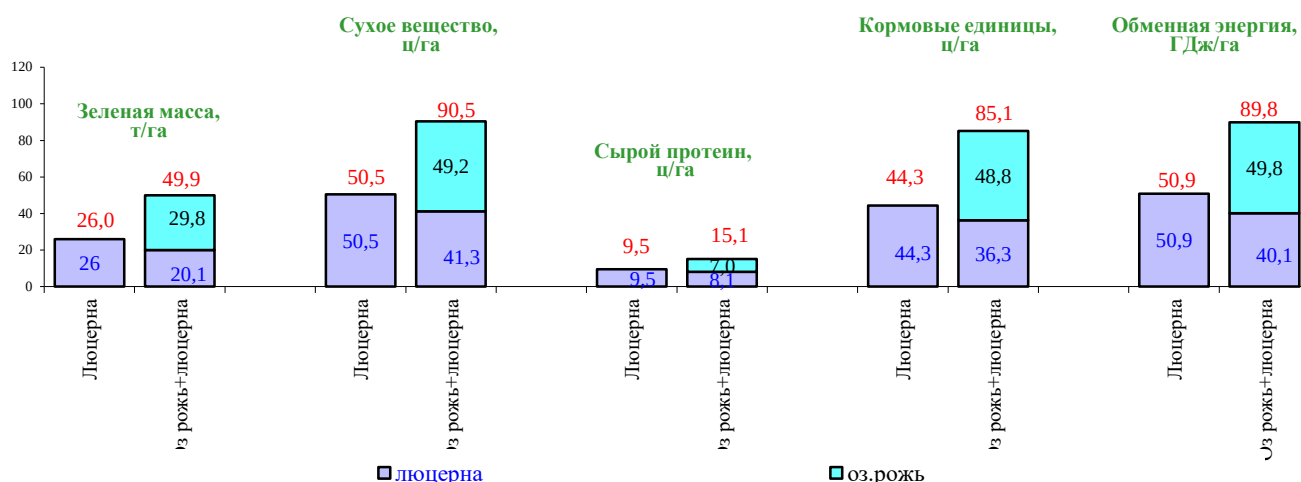


Рис. 4. Продуктивность поля при выращивании люцерны в основных и поукосных посевах в первый год жизни (среднее за 3 года)

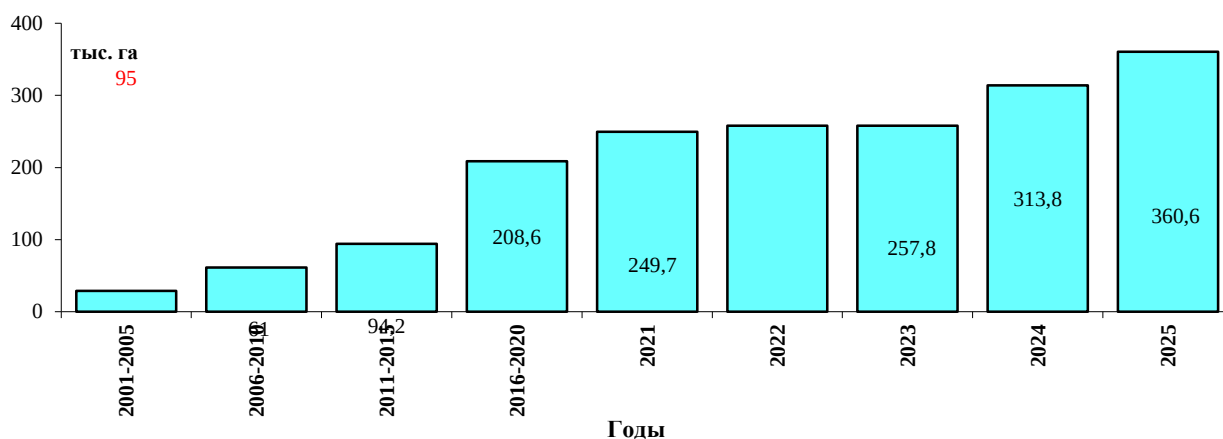


Рис. 5. Динамика посевных площадей люцерны в Республике Беларусь

Принимая во внимание важную роль кукурузы и люцерны в кормопроизводстве, в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию вопросам селекции и технологии их выращивания уделяется большое внимание. По кукурузе селекционная работа ведется не только в самом Центре, расположенном в центральной части Беларуси, но и в его дочернем предприятии – Полесском институте растениеводства, расположенном в южной зоне, где сосредоточен основной объем работ.

Таким образом, из-за потепления климата и участвовавших засушливых периодов структура посевных площадей под кормовыми культурами в Беларуси претерпела существенные изменения. Возросли площади посевов кукурузы, особенно на зерно, люцерны, озимых промежуточных культур вместо поукосных и пожнивных. А технологические приемы их возделывания направлены на влагосбережение и сохранение почвенного плодородия, предусматривающие снижение себестоимости получаемой продукции.

Список литературы

1. О производстве сельскохозяйственной продукции в 2025 г. [Электронный ресурс] / Нац. стат. ком. Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by/>.
2. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2023 год: статист. Бюл. / Нац. стат. ком. Республики Беларусь. – Минск, 2024. – 56 с.

3. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2025 год: стат. бюл. / Нац. стат. ком. Республики Беларусь. – Минск, 2026. – 56 с.
4. О внесении дополнений и изменений в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений: приказ ГУ «Государственная инспекция по охране и испытанию сортов растений» от 31 дек. 2025 г. № 87 [Электронный ресурс]. – URL: <https://sorttest.by/order.php>.
5. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сельского хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по охране и испытанию сортов растений»; ред. В. А. Бейня и др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2025. – 300 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-23>
УДК 633.111.1

СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

**Крахмалёва М.С., канд. с.-х. наук,
Мамедов Р.З., канд. с.-х. наук,
Бугрова В.В., с.н.с.,
Елаткин Н.П., канд. с.-х. наук,
Соболев С.В., канд. с.-х. наук**

Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Москва, Россия
e-mail: korovushkina.mar@bk.ru

Аннотация. Селекция озимой мягкой пшеницы в ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» началась в 50-х годах прошлого столетия. За этот период в лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы были созданы сорта, широко возделываемые в производстве, исключительные по комплексу хозяйственно ценных признаков, наиболее распространенные из них – Московская 39, Московская 56, Московская 40 и Немчиновская 85. Схема селекционного процесса является классической: внутривидовая гибридизация эколого-отдаленных образцов с адаптированными к местным условиям среды сортами, отбор элитных растений, испытание лучших линий, передача их на ГСИ. С 2022 года на Государственном сортоиспытании находятся 8 перспективных сортов: Немчиновская 14, Московская 31, Московская 28, Московская 42, Немчиновская 44, Васильевна, Искра 22 и Московская 74.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, селекция

ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» в 2026 году отмечает юбилей – 95 лет. Этот институт известен по всей стране своими научными достижениями, одно из главных – сорта озимой мягкой пшеницы, созданные научным коллективом под руководством академика РАН Баграта Иسمеновича Сандухадзе. Лаборатория селекции озимой пшеницы в Зональном институте зернового хозяйства районов Нечерноземной полосы (позднее НИИСХ ЦРНЗ, Московский НИИСХ «Немчиновка», в настоящее время ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка») была организована в 1951 году членом-корреспондентом ВАСХНИЛ Е.Т. Вареницей, с 1979 по 2016 год лабораторию возглавлял Б.И. Сандухадзе [1]. За данный период был создан ряд сортов озимой пшеницы, в 2025 году в Государственном реестре селекционных достижений находятся 16 сортов лаборатории, из них 11 являются сильными или ценными (табл. 1). Суммарные площади производственных посевов пшеницы сортами лаборатории достигают 2 млн га.

В настоящее время селекция озимой мягкой пшеницы направлена на повышение урожайности, адаптивности к стрессовым условиям и хорошие хлебопекарные качества зерна для создания интенсивных сортов озимой пшеницы. Объединение в одном сорте всех этих показателей считается сложной практической задачей [2, 3].

Таблица 1

**Сорта селекции лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы
ФИЦ «Немчиновка», включённые в Госреестр селекционных достижений,
допущенных к использованию в 2025 г.**

№ п/п	Сорт	Год включения	Регионы районирования	Направление использования
1	Заря	1978	2, 3, 4, 5	Сильная
2	Янтарная 50	1985	3, 4	Ценная
3	Инна	1991	2, 3, 5	Ценная
4	Московская 70	1991	5	Ценная
5	Памяти Федина	1993	3	Филлер
6	Московская 39	1999	2, 3, 4, 5, 7, 9, 12	Сильная
7	Галина	2005	2, 3	Филлер
8	Немчиновская 24	2006	3, 4	Филлер
9	Московская 56	2008	3, 4, 5	Ценная
10	Немчиновская 57	2009	3, 5	Филлер
11	Московская 40	2011	3, 4, 5	Сильная
12	Немчиновская 17	2013	3, 5	Ценная
13	Виола	2013	3, 5	Ценная
14	БИС	2016	3, 4	Филлер
15	Немчиновская 85	2021	3, 4, 5	Сильная
16	Московская 82	2021	3, 4	Ценная

Основой селекционной работы по озимой пшенице является классический метод внутривидовой гибридизации с последующим целенаправленным отбором и испытанием лучших линий. В скрещивания вовлекаются отдаленные в эколого-географическом отношении сорта и линии, но каждый из компонентов гибридизации должен быть максимально урожайным. Началом успешной селекционной работы любой культуры является использования перспективного для скрещивания *исходного материала*. В настоящее время для повышения продуктивности озимой пшеницы актуально создание короткостебельных сортов, адаптированных для производства по высокоинтенсивной технологии, при этом имеющих высокое содержание белка и клейковины в зерне. Не теряющей актуальности целью селекции является понижение высоты стебля за счёт генетических доноров короткостебельности. Анализируя родословную коммерческих сортов озимой мягкой пшеницы селекции лаборатории, необходимо отметить, что практически все сорта создавались по эффективной схеме, где материнской формой был географически отдаленный сорт или линия с этим сортом в родословной, отцовской формой – сорт, адаптированный к местным условиям произрастания.

Материнской формой в скрещиваниях берутся образцы из Украины, Белоруссии, Италии, США; сорта краснодарской, донской селекции и др. Так, в 2021 году были районированы сорта Немчиновская 85 (Agarik × Памяти Федина) и Московская 82 (Soldier × Инна), имеющие в родословной инорайонный образец и местный сорт, Agarik – итальянский образец, Soldier – английский.

Отцовской формой в скрещиваниях, как правило, является местный, адаптированный к конкретным внешним условиям, сорт. Долгое время основным лимитирующим фактором для широкого производства озимой пшеницы в центральных районах Нечерноземья были зимние условия вегетации, пшеница практически полностью погибала. Для повышения зимостойкости в наших скрещиваниях используют сорта Московская 56, Инна, Памяти Федина и другие.

Сорта озимой пшеницы немчиновской селекции широко известны благодаря своим качественным характеристикам, благодаря которым стало возможным получение продовольственного зерна в Центральных районах Нечерноземья. Благодаря сорту Московская 39 стало реальным стабильное производство зерна для хлебопечения в густонаселенной Центральной России. Уникальность сорта состоит в том, что по всем показателям качества он стабильно превосходит все районированные ранее сорта. Таким образом, для получения новых сортообразцов с хорошими качественными характеристиками используют сорта Московская 39 и Московская 40 (и.о. из Московская 39).

Для вовлечения в скрещивания сортообразцы сначала изучают в коллекционном питомнике. В зависимости от погодных условий и плана гибридизации в лаборатории ежегодно проводят от 300 до 600 и более комбинаций скрещиваний, опыление Twell-методом.

Схема скрещивания. В лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы схемы скрещивания бывают трех типов: простые, ступенчатые и беккроссные. Последние занимают особое место в селекционной плане лаборатории, так как благодаря прерывающимся беккроссам (схема, разработанная академиком РАН Багратом Исменовичем Сандухадзе), была достигнута зимостойкость сортов немчиновской селекции скрещиваниями с Мироновской 808. Беккроссирование по этой схеме происходит только для лучших по хозяйственно ценным признакам линий, предварительно отобранным в селекционном и контрольном питомниках, конкурсном сортоиспытании.

Отбор растений. Отбор растений начинается в поколении F_2 , оцениваются высота, продуктивная кустистость, размер и плотность колоса, тип, скорость созревания и т.д. Для эффективного отбора растений посев в питомнике F_2 производится разреженно, 300 зерен на 10 м^2 . В дальнейшем отобранные в F_2 линии высевает в селекционный питомник и оценивают поколения F_3 , F_4 и более поздние. В селекционном и гибридном питомниках проводят фенологические оценки, измеряют высоту растений, проводят учет поражения болезнями (бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз листьев и колоса и др.), оценивается продуктивность линий.

После селекционного питомника отобранные линии передаются в контрольный питомник, из контрольного питомника – в конкурсное сортоиспытание. Лучшие по итогам нескольких лет испытаний в КСИ (как правило, от 3 до 5) передаются на Государственное сортоиспытание.

С 2022 года на Государственное сортоиспытание было передано 8 сортов озимой пшеницы авторства лаборатории (табл. 2). Все они являются перспективными, превосходящими стандарт Московская 39 по урожайности, короткостебельными, но каждый обладающим своим уникальным комплексом хозяйственно ценных признаков.

Таблица 2

Перспективные сорт озимой мягкой пшеницы, проходящие Государственное сортоиспытание

Линия	Разновидность	Родословная	Год передачи на ГСИ
Немчиновская 14	Лютесценс	И.о. отбор из линии Лютесценс 982/08	2022
Московская 31	Эритроспермум	(Лютесценс 957/08 × Московская 39) × Московская 56	2022
Немчиновская 44	Лютесценс	(NE 82557 × Московская 56) × Немчиновская 17	2023
Московская 42	Эритроспермум	((Лютесценс 982/08 × Московская 40) × Памяти Федина) × Московская 56	2023
Московская 28	Эритроспермум	Лютесценс 982/08 × Московская 56	2023
Васильевна	Эритроспермум	(Воемта × Немчиновская 24) × Московская 40	2023
Искра 22	Эритроспермум	(NE82557 × Московская 56) × Московская 40	2023
Московская 74	Эритроспермум	(CZD8583 × Московская 39) × Московская 56	2024

Заключение. Селекция озимой пшеницы в ФИЦ «Немчиновка» длится более 70 лет, за эти годы были созданы выдающиеся, широко возделываемые в производстве сорта Московская 39, Московская 56 и др. Селекционная схема работы является классической, в том числе подбор пар для скрещивания, гибридизация, отбор и испытание. В настоящее время Государственное сортоиспытание проходят 8 перспективных сортов, обладающих высокой продуктивностью и качеством зерна.

Список литературы

1. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалёва М.С., Бугрова В.В. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25. – № 4. С. 367-373. DOI: 10.18699/VJ21.53-о.
2. Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Косолапов В.М., Зотиков В.И., Титаренко А.В., Полушкин П.В., Кочетов В.М. Методологические подходы оценки сортов озимой пшеницы в системе экологических испытаний АО «Щелково Агрохим» // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 1. – С. 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/9-15.
3. Беспалова Л.А. Генетика, селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы и тритикале: избранные труды / Нац. центр зерна им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ЭДВИ, 2022. – 578 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-24>
УДК 636.085.52

ПОДБОР ВИДОВ ЛУГОВЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИЛОСА

Круглова Л.А., магистрант

Научный руководитель – Старковский Б.Н., канд. с.-х. наук, доцент

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина,
Вологда, Россия

e-mail: ingaawdeewa@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды луговых растений для составления травосмесей при производства силоса. Описаны их биологические особенности.

Ключевые слова: силос, травосмесь, подбор, силосуемость, разнотравье

Хозяйственно-ботаническая классификация включает разделение травянистых растений пастбищ на четыре основные категории, основываясь на их питательной ценности, распространенности и ботанической принадлежности. К этим группам относятся злаковые, бобовые, осоковые и разнотравье. Злаковые охватывают все виды, принадлежащие к семейству Мятликовые. Бобовые включают растения из семейства Мотыльковые. Осоковые объединяют представителей семейств Осоковые и Ситниковые. Разнотравье, в свою очередь, состоит из растений, относимых ко всем прочим ботаническим семействам [1].

Растения можно классифицировать по их склонности к силосованию на три категории. К первой, культурам, легко поддающимся силосованию, причисляют кукурузу, корнеплоды, злаковые травы, подсолнечник, картофельные клубни, арбузы, тыквы, смеси бобовых и злаковых, листья капусты, а также ботву корнеплодов. Вторая категория, к которой относят трудносилосуемые растения, включает донник, вику, люцерну желтую, клевер и лебеду. Третий тип, растения, не пригодные для силосования в чистом виде, состоит

из крапивы, плетей дыни и огурцов, цукини, арбузов, тыкв, а также ботвы картофеля и томатов.

Влажность растительного сырья является критическим фактором. Оптимальным уровнем влажности для успешного силосования большинства растений считается показатель в диапазоне 65-80%. При более высоком содержании влаги в исходном материале наблюдается увеличение концентрации уксусной кислоты.

Кроме того, измельчение растительной массы играет значительную роль в процессе получения силоса высокого качества.

Степень измельчения растений зависит от стадии их вегетации, влажности силосуемого сырья, содержания в корме питательных веществ, особенно сахаров, и других факторов [3].

Овсяница луговая - рыхлокустовое растение, озимого типа, высотой от 30 до 100 см. образует большое количество укороченных побегов с длинными листьями. Медленный темп развития. Весной отрастает рано, лучшего развития достигает на 2-3 года. Держится в травостое до 8 лет. Влаголюбивое, выносит длительное затопление, морозостойкое, засухи не выносит. После скашивания быстро отрастает. Содержится протеина до 17% [2].

Эта смесь трав, с красным клевером и луговым тимфеевкой, представляет собой ценное дополнение к составам, предназначенным для улучшения естественных пастбищных угодий, а также для организации как кратковременных, так и долгосрочных сенокосов и пастбищ. Как самостоятельная культура используется в основном на семена. По питательной ценности мало отличается от тимфеевки и овсяницы красной. Содержит до 10% протеина. Данное растение отличается высокой поедаемостью всеми видами сельскохозяйственных животных. Оно может использоваться в рационе в различных формах: как свежая зеленая подкормка на пастбищах. Кроме того, данный вид корма может быть представлен в форме сена, сенажа, силоса и травяной муки. Он также играет важную роль в улучшении почвенной структуры и обогащении ее плодородием, и с успехом используется для укрепления участков, подверженных эрозии.

За вегетационный период формируется урожай зеленой массы в объеме 230-315 ц/га, получаемый за два укоса.

Средний урожай семян - 3,5-5,0 ц/га, а в лучших случаях - до 8,0-10,0 ц/га [4].

Тимфеевка луговая – рыхлокустовый злак ярового типа, с большим количеством генеративных и хорошо облиственных вегетативно – удлинённых побегов, достигающих высоты 1 м. Основание стеблевых побегов обычно имеют утолщения. Отзывчива на плодородие и влажность почвы. При этих условиях держится в травостое до 10 лет и более. По зимостойкости выше, чем ежа сборная и овсяница луговая. Содержит до 9% протеина [2].

Ежа сборная – высокорослое растение, до 100 см высотой, рыхлокустовое растение озимого типа; отличается морозоустойчивостью, формирует большое количество укороченных побегов с длинными листьями. Рано наступает период весенней вегетации, быстро отрастает после скашивания. Не выносит длительного затопления. При посеве в смеси подавляет и нередко вытесняет другие растения. Полного развития достигает на третий год. В травостое держится до 5-6 года. Одно из наиболее урожайных растений, до 60 ц/га сена. При раннем скашивании до цветения содержит до 10% белка [2].

Козлятник восточный. Эта бобовая культура способна обеспечить урожайность зеленой массы в пределах 70-80 т/га. На одном месте козлятник восточный может произрастать до 20 лет.

Выращивание восточного козлятника на одном участке без смены и глубокой обработки почвы на протяжении длительного времени способствует существенному уменьшению финансовых и временных затрат.

Это растение отличается высокой морозостойкостью: даже в периоды отсутствия снежного покрова оно способно переносить температуры до -25 °С. Весной козлятник

выдерживает заморозки до $-5...-6$ °C, а также длительное (2-3 недели) затопление, что делает его пригодным для культивирования на пойменных территориях. Разветвленная корневая система этого растения позволяет использовать его посевами на склонах для предотвращения эрозии почв.

Восточный козлятник богат биологически активными соединениями, которые стимулируют выработку молока, активируют симпатико-адреналовую систему, а также улучшают процессы формирования и циркуляции крови.

Кроме того, козлятник является ценным медоносом: пчелы активно посещают его цветы в период цветения, что обеспечивает стабильную урожайность семян. По своим показателям нектаропродуктивности и медоносности восточный козлятник сопоставим с эспарцетом.

Клевер луговой, растение ярового типа, образует кустистую структуру. Оно характеризуется наличием стержневого корневища и вертикально растущих побегов, достигающих высоты до 70 см.

Это растение является ключевым представителем семейства бобовых кормовых трав. Оно предпочитает территории с умеренно влажным климатом и распространено в зонах с дерново-подзолистыми типами почв.

Различают клевер раннеспелый и позднеспелый [4].

Продолжительность жизни различна, в зависимости, от условий произрастания. В травосмесях держится 3-4 года. Наилучшего развития достигает на 2 год жизни. Не выносит кислотность почвы. Предпочитает почвы средней степени увлажнения и плодородия, листья содержат до 20 % протеина, трава в целом до 16 %. Хорошо отрастает после скашивания и сжатия [2].

Кострец безостый – высокорослый, до 150 см злак корневищного типа. В кусте обильно производит удлинённые побеги с густой листвой. Растение отличается стойкостью к холоду и засухе, но чувствительно к засолению почвы. При этом хорошо переносит длительное затопление. Сорт демонстрирует высокую продуктивность, достигая 50-60 ц сена с гектара и более. Сено, заготовленное в период колошения, содержит до 16% протеина. Наибольшего развития культура достигает на второй или третий год жизни. Травостой сохраняется на протяжении 10 лет и дольше. Растение активно восстанавливается после стрижки и выпаса [2].

Фестулолиум – культура относительно новая и мало знакомая для большинства агрономов. Ее происхождение легко расшифровывается по самому названию: Festuca – овсяница и Lolium – райграс.

Фестулолиум, благодаря обильному росту нежных, густо облиственных побегов, унаследовал от райграса ценные качества: высокое содержание в сухом веществе сахаров и легкоусвояемой энергии, отличную поедаемость и перевариваемость. Он демонстрирует быструю регенерацию после укуса или выпаса, способен выдерживать многократное удаление надземной части в течение вегетации, а также эффективно откликается на внесение азотных удобрений и орошение. От овсяницы же фестулолиум получил такие важные характеристики, как долговечность, устойчивость к низким температурам, высокую жизнеспособность, хорошую сопротивляемость вытаптыванию и способность переносить засуху.

Фестулолиум показывает наилучшие результаты роста и обильное плодоношение на равнинных территориях, где влажность грунта колеблется в пределах 60-80% от его предельно допустимого уровня. Пик потребности растения в воде приходится на период от начала формирования стебля до фазы цветения. Мощная корневая структура позволяет фестулолиуму добывать влагу из глубоких почвенных пластов, что наделяет его превосходной устойчивостью к засухе на протяжении всего периода использования.

При выборе той или иной травосмеси необходимо руководствоваться следующими положениями:

- в травосмеси включать виды и сорта трав, хорошо приспособленных к условиям их возделывания, т.е. районированные и местные сорта;
- принимать во внимание период времени, в течение которого травосмесь будет находиться в пользовании.
- с учетом характера использования травостоя подбирают виды по их особенностям облиственности побегов, высоте и расположению листьев;
- чем сложнее травосмесь, тем больше увеличивается суммарная норма высева видов, включенных в нее.

Классификация культур по ботаническому составу, долголетию и типу облиственности представлена ниже (см. таблицу).

Подбор видов луговых растений для составления травосмесей

№ п/п	Вид	Ботаническое семейство		Долголетие			Тип облиственности		
		злаки	бобовые	Малол.	Среднел.	Долгол.	верховой	полув	низовой
Раннеспелая									
1	Ежа сборная	*			*		*		
2	Фестулолиум	*				*		*	
3	Козлятник восточный		*			*	*		
Всего		2	1	0	1	2	2	1	0
Среднеспелая									
1	Кострец безостый	*				*	*		
2	Овсяница луговая	*			*			*	
3	Клевер гибридный		*		*				*
Всего		2	1	0	2	1	1	1	1
Позднеспелая									
1	Тимофеевка луговая	*			*		*		
2	Овсяница луговая	*			*			*	
3	Клевер луговой		*	*				*	
Всего		2	1	1	2	0	1	2	0

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, что раннеспелая травосмесь состоит из 2 злаковых, 1 бобового вида, 1 среднелетнего, 2 долголетних, 2 верховых и 1 полуверховой вида; среднеспелая – 2 злаковых, 1 бобовый вид, 2 среднелетних, 1 долголетний, 1 верховой, 1 полуверховой, 1 низовой вид; позднеспелая – 2 злаковых, 1 бобовый, 1 малолетний, 2 среднелетних, 1 верховой и 2 полуверховых.

Список литературы

1. Парахин Н.В., Горбачёв И.В., Лазарев Н.Н., Михалев С.С., Кобозев И.В. Кормопроизводство: учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос-С, 2020. - 401 с.
2. Спиридонов А.М. Преимущества малораспространённых кормовых культур: моногр. – СПб.: СПбГАУ, 2017. – 48 с.
3. Шелюто Б.В. Кормопроизводство. Курс лекций: учеб.-метод. пособие. - Горки: БГСХА, 2023. - 238 с.
4. Камасин С.С., Тарануха В.Г. Растениеводство. Кормовые травы полевого травосеяния: практикум. - Горки: БГСХА, 2015. - 64 с.

ОБРАЗОВАНИЕ ЦВЕТОВ И ЯГОД У РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА ТАДЖИКИСТАНА

Махкамбойзода Ф., Партоев К.

Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана,

Душанбе, Республика Таджикистан

e-mail: farhod.didtt@mail.ru; pkurbonali@mail.ru

Аннотация. Установлено, что на формирование цветов и ягод у генотипов картофеля существенно влияют экологические факторы, а также генотип различных образцов картофеля. При изучении таких пяти генотипов картофеля, как Азизи, Гончи и Нуринисо (таджикской селекции), Невский (русской селекции) и Алладдин (голландской селекции), определено, что в условиях Деваштичского района на севере Таджикистана процесс формирования цветов и ягод колеблется в диапазоне 71-96% (цветение) и 2,11-5,47% (ягодообразование). Эти показатели также имеют разное варьирование в зависимости от разных высот над уровнем моря: на высоте 1400 м над уровнем моря в среднем 77,8%; на высоте 1800 м - 87,8% и на высоте 2200 м - 91,8%. Такое варьирование наблюдается также по степени ягодообразования: на высоте 1400 м над уровнем моря - 2,90%; на высоте 1800 м над уровнем моря - 3,67% и на высоте 2200 м над уровнем моря - 4,97% от общего количество формирующихся цветков на растение. Определено, что интенсивность цветения и ягодообразования во многом обусловлена генетическими особенностями изученных сортов и условиями внешней среды.

Ключевые слова: картофель, цветение, ягодообразование, высота над уровнем моря, горная зона, Северный Таджикистан

Как сообщают многие исследователи, культура картофеля (*Solanum tuberosum* L.) имеет два способа размножения: 1) посредством генеративных органов (семян); 2) посредством вегетативных органов (клубней) [2, 4, 6].

В селекционных работах встречаются разные генотипы по степени формирования цветов и ягод на растении [3, 5]. Ясная погода, оптимальная температура воздуха (15-20 °С и умеренная влажность воздуха положительно влияют на образование генеративных органов картофеля: бутоны, цветы и ягоды [5, 6]. Как сообщают, в условиях севера Таджикистана на одном кусту картофеля образуется примерно 45 бутонов. Из этого количество более 70% бутонов превращались в цветы [3].

Также определено, что степень цветения и ягодообразования в условиях горной зоны значительно выше, нежели в долине [4-6]. Поэтому целью наших опытов в условиях севера Таджикистана (на высотах 1400, 1800 и 2200 м над уровнем моря) заключалась в определение степени бутонизации, цветения и ягодообразования у 5 сортов-генотипов картофеля.

В эксперименте использованы следующие сорта – генотипы картофеля различного географического происхождения: сорта таджикской селекции - Азизи, Гончи, Нуринисо, сорт русской селекции – Невский, сорт голландской селекции – Алладдин.

Высота над уровнем моря была следующая: 1400, 1800 и 2200 м, на территории Деваштичского района Северного Таджикистана. Разные генотипы картофеля посадили по схеме – 70 х 25 см. Примерно на один га общее количество растений составило 55 тыс. раст./га. При выращивании генотипов картофеля в почву вносили нитроаммофоску – 60 кг/га и азотные удобрения - 60 кг/га д.в. Проведено восемь вегетационных поливов. В фазе цветения генотипов картофеля среднесуточная температура воздуха составила 25-

30 °С, что было сравнительно высокая для формирования цветов и ягод у генотипов картофеля. Количество образовавшихся бутонов, цветов и ягод определяли на 100 растениях разных генотипов. Статистическую обработку полученных данных проводили по [1], с использованием компьютерной программы Excel-2010.

Исследования показали, что на степень образования цветов и ягоды у разных генотипов картофеля сильно влияют два фактора: 1- высота над уровнем моря; 2- генотип образцов картофеля, что видно из данных табл. 1.

Таблица 1

Влияние генотипа и высоты зоны возделывания на образование цветов у разных генотипов картофеля

Сорт	Количество цветков в зависимости от высоты над уровнем моря, шт./10 раст.		
	1400 м	1800 м	2200 м
Азизи	80 ±1,3	95±1,6	95±1,7
Алладин	78±1,5	85±1,7	92±1,3
Гончи	80±1,4	92±1,5	90±1,5
Невский	71±1,6	76±1,3	85±1,2
Нуринисо	80±1,5	91±1,2	97±1,6
Среднее	77,8	87,8	91,8

Из табл. 1 следует, что варьирование признака образования цветов у разных генотипов картофеля наблюдается в диапазоне 71-97 шт. на 10 растений. На высоте 1400 м над уровнем моря в среднем у пяти генотипов картофеля формируется 77,8 цветков на 10 растений, на высоте 1800 м – 87,8 шт., на высоте 2200 м – 91,8 шт. Разность данного признака между высотой 1400 и 1800-2200 м соответственно составляет около 13 и 18 %. Признак образование цветов в разрезе генотипов было следующее: Азизи - 90,0; Алладин - 85,0; Гончи - 87,3; Невский - 77,3; Нуринисо - 89,3 шт./10 раст.

У скороспелого сорта Невский наблюдается сравнительно малое количество цветов, чем у таких среднеспелых сортов картофеля, как Алладин, Азизи, Гончи и Нуринисо (выше, чем у сорта Невский, на 12-13%). В среднем по всем сортам картофеля формирования цветов в опыте составляло 85,80%.

Таким образом, можно отметить, что на образование цветов существенно влияют генотипы образцов картофеля, а также высоты местности возделывания генотипов.

Поведенные исследования показали, что на образование ягод у генотипов картофеля также существенно влияют два фактора: высота местности возделывания образцов и генотип сортов картофеля, что видно из табл. 2.

Таблица 2

Образование ягод в зависимости от генотипа и высоты над уровнем моря

Сорт	Количество ягод в зависимости от высоты над уровнем моря, %		
	1400 м	1800 м	2200 м
Азизи	2,88 ± 0,2	3,68±0,3	4,84±0,4
Аладин	3,33±0,3	4,00±0,2	5,65±0,3
Гончи	2,63 ± 0,2	3,15 ± 0,1	4,44±0,5
Невский	2,11 ± 0,4	3,16±0,5	4,12±0,2
Нуринисо	3,50 ± 0,3	4,29±0,3	5,67±0,4
Среднее	2,90	3,67	4,97
НСР₀₅	0,28	0,23	0,31

Генетический признак формирования ягод у генотипов картофеля имеет диапазон варьирования 2,11-5,67%. Данный генетический признак на высоте 1400 м над уровнем моря

в среднем у всех генотипов картофеля составляет 2,90 %, на высоте 1800 м – 3,67 %, на высоте 2200 м – 4,97 %.

Образование ягод по генотипам картофеля на всех участках опыта (1400-2200 м) было следующим: Азизи - 3,80; Алладин - 4,33; Гончи - 3,41; Невский - 3,13; Нуринисо - 4,49 %. Более высокий показатель по этому признаку наблюдается у сорта Нуринисо, более низкий показатель – у сорта Невский. В среднем по всем сортам картофеля формирование ягод в условиях опыта составило 3,35%.

Таким образом, можно отметить, что на формирование количество цветов и ягод у разных генотипов картофеля в условиях Северного Таджикистана наблюдается более существенное влияние двух факторов: высота над уровнем моря (экологический фактор) и генотип сорта (генотипический фактор).

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. - 365 с.
2. Партоев К. Особенности селекции и семеноводства картофеля в горной зоне Таджикистана: автореф. дис. ... д-ра с.-х. Наук. - Казань, 2013. - 46 с.
3. Партоев К., Курбонов Ф. Махкамбойзода Е.А., Симаков А.В., Митюшкин А.А. Интенсивность цветения и ягодообразования у сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях горной зоны Таджикистана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2025. - № 6 (116). - С. 39–43.
4. Подгаецкий А.А., Гордиенко В.В. Цветение и ягодообразование у сортов картофеля // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2008. - Т. 14. - С. 278–289.
5. Симаков Е.А. Генетические и методологические основы повышения эффективности селекционного процесса картофеля: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2010. - 48с.
6. Успенский Е.М. Биология цветения картофеля. - М.: НИИКХ, 1935. - Вып. 8. – 152 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-26>
УДК 631.527.5:631.559:633.111

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ СОПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Мухордова М.Е., канд. с.-х. наук, доцент, зав. лабораторией,
Власова А.А., специалист-исследователь,
Урман М.В., м.н.с.

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: mukhordova@anc55.ru

Аннотация. На основе визуализации и анализа сопряженности элементов продуктивности генотипов яровой мягкой пшеницы выявлено, что у родительских форм продуктивность определяется главным образом озерненностью колоса и крупностью зерна; у гибридов с тестером Линия 72-22 – продуктивной кустистостью; у гибридов с тестером Скипетр – комплексом признаков крупности и озерненности зерна.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сопряженность признаков, продуктивность, радар-диаграмма, сорт-тестер

Введение. Формирование урожайности – это сложный процесс, определяемый совокупностью составляющих её элементов и их динамическим взаимодействием с агроклиматическими условиями. Изучение структуры урожайности включает в себя оценку взаимосвязи между различными признаками, влияющими на урожайность. Корреляционные исследования позволяют получить знания о взаимосвязи между различными признаками и урожайностью зерна. Анализ корреляций между хозяйственно ценными признаками позволяет селекционерам проводить отбор генотипов, обладающих группами желаемых признаков [1-3].

Проведенный анализ в условиях Чувашской Республики показал степень влияния различных элементов продуктивности на формирование урожайности, выделены сорта, имеющие сильную взаимосвязь урожайности с элементами ее структуры: высотой растений – 9 сортов, длиной колоса – 5 сортов, числом зёрен в колосе – 2 сорта, массой зерна с 1 колоса – 4 сорта и массой 1000 зерен – 5 сортов [4].

Исследование сортов озимой пшеницы выявило, что наиболее сильная корреляционная зависимость наблюдалась между признаками «количество зерен на растении» и «количество зерен в колосе», далее по силе оказалась корреляция между массой зерна растения и массой зерна колоса. Высота растения отрицательно коррелирует со всеми изученными элементами продуктивности, что подчеркивает селекционную ценность низкостебельных сортов для эффективного перераспределения ассимилятов. Генотип оказывает наибольшее влияние на высоту растения, а условия выращивания играют ведущую роль в продуктивном кущении [5].

Для определения корреляций между изученными количественными признаками были применены всевозможные статистические методы (регрессионный анализ, анализ главных компонентов, анализ множественных соответствий), которые дополняют друг друга. Было установлено, что характер корреляций между признаками в значительной степени зависит от методов их оценки. Наблюдаются высокие и значимые корреляции между урожайностью зерна и количеством зерен в колосе [6].

Проведенные исследования на гибридных популяциях F_2 (кафедра ботаники, сельскохозяйственный колледж, г. Дхула) выявили стабильный набор признаков, ассоциированных с урожаем на уровне отдельного растения: достоверные положительные фенотипические корреляции с урожаем зерна с растения показали: число зерен в колосе ($r = 0,374-0,441$), число продуктивных стеблей на растение ($r = 0,378-0,651$), масса 1000 зерен ($r = 0,225-0,436$) и высота растения ($r = 0,331-0,362$). Эти же признаки положительно коррелировали и между собой. Полученные данные согласуются с более ранними работами и указывают на возможность прямого отбора по этим признакам для повышения урожайности в рамках селекционных программ [7].

В зоне суданской саванны в университете в Сокото урожайность наиболее тесно связана с компонентами продуктивности колоса (число колосков и зёрен в колосе, масса 1000 зёрен) и, что особенно важно, с индексом урожая (Harvest Index, HI). HI, отражающий долю зерна в общей биомассе, является ключевым показателем способности растения перераспределять ассимиляты в хозяйственно ценную часть. Высокая положительная корреляция урожая с общей надземной фитомассой и HI указывает на то, что в условиях дефицита ресурсов успешными будут генотипы, сочетающие общую жизнеспособность (биомассу) с высокой эффективностью её преобразования в зерно. Признаки качества зерна (белок, клейковина) в этих условиях демонстрируют нестабильную связь с урожайностью, подчеркивая сложность одновременной селекции на оба признака [8].

Таким образом, выявление коэффициентов корреляции позволяет более целенаправленно проводить отбор в селекционном процессе.

Цель работы – провести анализ сопряженности элементов продуктивности генотипов яровой мягкой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Для изучения изменчивости хозяйственно-ценных признаков гибридов яровой пшеницы в условиях 2025 г. был заложен полевой опыт. В эксперименте использовано 9 сортообразцов (материнские формы) мягкой яровой пшеницы, а именно: Лютесценс (далее Лют.) 87/16-2, Лют. 65/16-14, Лют. 99/14-10, Лют. 29/14-1, Лют. 242/13-10, Лют. 205/12-5, Лют. 21/12-1-2, Лют. 21/12-1-1, Лют. 48/10-5-3 и 18 гибридных комбинаций F_1 . Схема скрещивания - топкроссная. Тестеры - 2 сортообразца (отцовские формы) озимой мягкой пшеницы Линия 72-22 и Скипетр.

После уборки урожая был выполнен структурный анализ растений по элементам продуктивности. Полученные данные обработаны статистически по методике Б.А. Доспехова (дисперсионный и корреляционный анализы) [9].

В 2025 г. температурный режим в течение вегетационного периода был близок к среднепогодным значениям, основной особенностью стало обилие осадков (ГТК = 1,7).

Результаты исследований. Для определения степени влияния селекционно-значимых показателей на продуктивность родительских форм и гибридов F_1 яровой пшеницы была проведена оценка корреляционных взаимосвязей и визуализация с помощью радар-диаграммы (рис. 1).

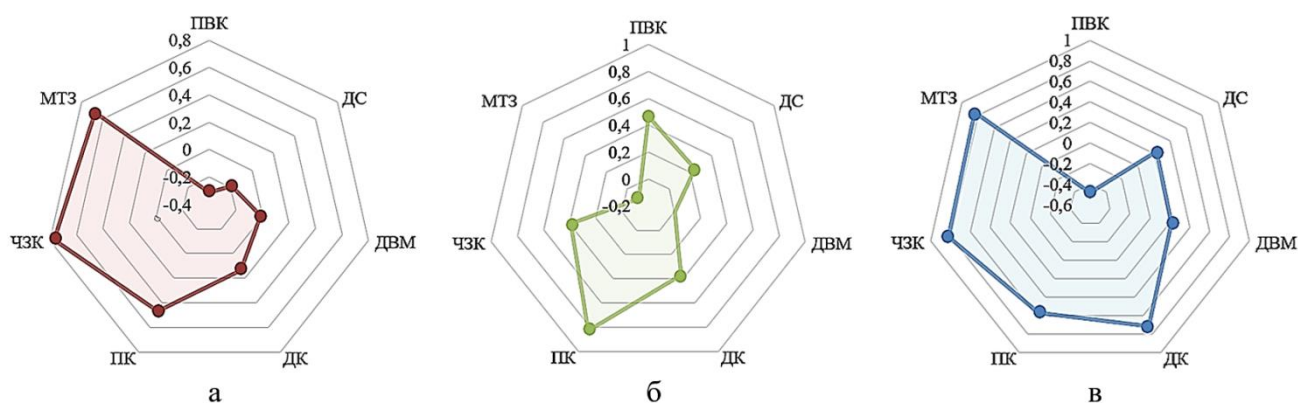


Рис. 1. Радар-диаграмма сопряженности между продуктивностью и хозяйственно ценными признаками мягкой пшеницы: а – родительские формы; б – гибриды F_1 с тестером Линия 72-22; в – гибриды F_1 с тестером Скипетр. Достоверно для Р (родительские формы) при 5%-ном уровне значимости $r = 0,602$; достоверно для гибридов F_1 при 5%-ном уровне значимости $r = 0,666$

Радар-диаграмма демонстрирует различную степень связи между продуктивностью растения и хозяйственно-ценными признаками родительских форм (рис. 1, а). Наиболее сильная положительная корреляция наблюдается с признаком «число зерен в колосе» ($r = 0,767$), что указывает на существенную прямую зависимость: увеличение значения данного признака сопровождается ростом продуктивности. Также заметная положительная связь выявлена с крупностью зерна ($r = 0,673$). Положительная, но средняя корреляция характерна для признака «продуктивная кустистость» ($r = 0,471$). Длина колоса демонстрирует слабую положительную связь с массой зерна растения ($r = 0,135$), в то время как связь результирующего показателя с длиной верхнего междоузлия практически отсутствует ($r = -0,013$). С другой стороны, выявлены признаки, демонстрирующие обратную зависимость с продуктивностью. Наиболее выраженная отрицательная корреляция наблюдается с признаком «период всходы-колошение» ($r = -0,316$). Слабая отрицательная связь характерна для признака длина стебля ($r = -0,187$). Диаграмма наглядно показывает, что среди исследуемых показателей число зерен в колосе и масса тысячи зерен имеют наибольшее положительное влияние на продуктивность, тогда как признаки период всходы - колошение и, в меньшей степени, длина стебля связаны с её снижением.

Корреляционный анализ для гибридных комбинаций с тестером Линия 72-22 выявил уникальный профиль взаимосвязей, заметно отличающийся от других групп (рис. 1, б).

Наиболее сильное влияние на продуктивность оказывает признак продуктивность стеблестоя, демонстрирующий очень высокую положительную корреляцию ($r = 0,830$). Это указывает на то, что в данной гибридной комбинации именно этот показатель тесно связан с увеличением урожайности. Положительные корреляции средней и слабой силы также наблюдаются у ряда других признаков: период всходы - колошение ($r = 0,463$), озерненность колоса ($r = 0,393$), длина колоса ($r = 0,367$) и длина стебля ($r = 0,242$). Важно отметить, что признак «период всходы-колошение» имеет среднюю положительную корреляцию, что подчеркивает специфичность данного гибридного фона. Связь продуктивности с длиной верхнего междоузлия и массой тысячи зерен практически отсутствует и не оказывает существенного влияния. Графическая интерпретация данных свидетельствует, что в гибридах с тестером Линия 72-22 продуктивность растения в первую очередь определяется признаком «продуктивная кустистость». Данный гибридный фон характеризуется отсутствием сильно выраженных отрицательных эффектов, влияющих на урожайность.

Корреляционный анализ для гибридной комбинации с тестером Скипетр выявил выраженные положительные взаимосвязи для большинства изучаемых признаков (рис. 1, в). Наиболее сильная корреляция с продуктивностью наблюдается у признаков «масса тысячи зерен» ($r = 0,846$) и «число зерен в колосе» ($r = 0,825$), что указывает на очень тесную прямую зависимость. Также значимые положительные связи зафиксированы с длиной колоса ($r = 0,720$) и продуктивной кустистостью ($r = 0,570$). Единственным признаком, показывающим отрицательную корреляцию с продуктивностью в данной группе гибридов, является период всходы - колошение ($r = -0,484$). Это указывает на среднюю обратную зависимость: повышение значения данного признака, сопряжено со снижением продуктивности растений. Диаграмма иллюстрирует, что в гибридах с тестером Скипетр продуктивность в наибольшей степени ассоциирована с высокими значениями массы тысячи зерен и числа зерен в колосе.

Выводы

На основе визуализации и анализа сопряженности элементов продуктивности генотипов яровой мягкой пшеницы можно заключить следующее:

1. У родительских форм урожайность в наибольшей степени детерминирована показателями озерненности колоса и массы тысячи зерен.
2. Продуктивность гибридов F_1 на основе тестера Линия 72-22 обнаруживает наиболее тесную связь с признаком «продуктивная кустистость».
3. Наибольший вклад в формирование урожайности у гибридов F_1 с тестером «Скипетр» вносят признаки крупности зерна и числа зерен в колосе.

Список литературы

1. Мухордова М.Е., Трипутин В.М. Корреляционный и путевой анализ компонентов продуктивности растений озимой тритикале в условиях Омской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1 (41). – С. 36-42. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-36-42.
2. Мухордова М.Е., Урман М.В., Бабий В.С. и др. Корреляционная зависимость между продуктивностью и элементами структуры генотипов яровой мягкой пшеницы // Сибирское садоводство: современное состояние и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию образования кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений, Омск, 21 марта 2024 г. – Омск, 2024. – С. 287-290.
3. Schober P., Boer C., Schwarte L.A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation // Anesthesia & analgesia. – 2018. – Vol. 126. – No. 5. – P. 1763-1768.
4. Иванова И.Ю. Сортоизучение мягкой пшеницы в условиях южной части Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 4. – С. 379-386.

5. Dimitrov E. et al. Study of elements of productivity and determine the correlation relationships between them in common winter wheat varieties with origin from Belarus // International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research. – 2019. – Vol. 3. – No. 4. – P. 661-670.
6. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi-environmental traits // Agricultural Science & Technology. – 2020. – Vol. 12. – No. 4. – P. 295-300.
7. Kadam D.J., Karwar S.H., Jadhav P.S. Correlation analysis for different characteristics in wheat // The Pharma Innovation Journal. – 2022. – Vol. 11. – No. 1. – P. 98-100.
8. Sokoto M.B., Abubakar I.U., Dikko A.U. Correlation analysis of some growth, yield, yield components and grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences. – 2012. – Vol. 20. – No. 4. – P. 349-356.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М., 1973. – 416 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-27>
УДК 635.9

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Некоз Д.И., студент

Научный руководитель – Цаценко Л.В., д-р биол. наук, проф.

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия
e-mail: lvt-lemna@yandex.ru

Аннотация. Пыльцевые зерна играют ключевую роль в размножении растений, передавая мужскую гамету от микроспорангиев к женским гаметофитам. Для успешной передачи спермиев и последующего оплодотворения необходима высокая устойчивость пыльцы к внешним факторам. Современные методы оценки ее жизнеспособности включают тестирование ферментативной активности и рост пыльцевых трубок *in vitro*. Изменение климатических условий усиливает важность изучения факторов, влияющих на долговечность и функциональность пыльцы, особенно в контексте производства экономически значимых культур. На сегодняшний день обзор научных статей показал, что стандартизированные методы оценки еще предстоит разработать.

Ключевые слова: качество пыльцы, высшие растения, жизнеспособность пыльцы, фертильность, опыление, пыльцевые зерна

Цель исследования – проведение анализа научной литературы по вопросам, связанным с функциональными характеристиками пыльцевого зерна, для установления критериев оценки. Для достижения поставленной задачи были проанализированы статьи отечественных и зарубежных авторов, отобраны концептуальные работы и проведен анализ. Методология работы – сравнение и анализ.

Согласно данным Althiab-Almasaud R. и др. [3], сформировалось несколько подходов для оценки жизнеспособности пыльцы:

1. Обнаружение активности ферментов или продукции активных форм кислорода (АФК).
2. Целостность и качество пыльцы.
3. Автоматический анализ изображения.
4. Способность к прорастанию.
5. Оплодотворяющая способность.

Таким образом, предпочтительными могут оказаться натурные методы, хотя время от ручного опыления до созревания семян/плодов варьируется от недель (например, арабидопсис) до месяцев (например, томат) и даже лет (например, хвойные), и может не являться хорошим показателем качества популяции пыльцы у видов с одним или несколькими семязачатками на цветок, где успех определяется единственной пыльцевой трубкой. Более того, механизмы самонесовместимости, восприимчивость рыльца и зрелость семязачатков должны учитываться с особой тщательностью [4].

Эти методы обеспечивают прямые измерения эффективности пыльцы, однако все они разрушительны, трудоемки и зависят от оптимизации условий культивирования для каждого вида. Взаимодействие пыльца-пестик и сигнализация о принятии пыльцы имеют решающее значение для прорастания пыльцевого зерна, и роль пестика важна преодоления неудачи *in vitro*-прорастания пыльцы у устойчивых видов.

Полевые испытания жизнеспособности пыльцы были проведены Dafni и Firmage (2000) на семнадцати видах растений с применением четырех методов окрашивания пыльцевых зерен, которые сопоставлялись с результатами *in vitro*-прорастания пыльцы [5].

Полученные данные из анализа статей продемонстрировали, что не все методы пригодны для всех исследуемых видов, однако окрашивание на основе МТТ представлялось рациональным первичным подходом, поскольку наиболее точно отражало жизнеспособность пыльцы у десяти из семнадцати тестируемых видов и дало хорошие результаты еще у трех видов. Подобным образом, Pacini E. и Dolferus R. (2019) оценили несколько способов определения жизнеспособности пшеничной пыльцы (*Triticum aestivum*). Из протестированных методик (FDA, ацетокармин, краситель Александра, проточная цитометрия, способность к прорастанию *in vitro*, полунатуральное прорастание на пестике, анализ растворимых сахаров) наилучшие показатели обеспечил метод *in vitro*-проращивания пыльцы, широко применяемый в лабораторных условиях. Тем не менее эффективность данного метода проявляется лишь после оптимизации сред для прорастания каждой конкретной оцениваемой культуры – процедура требует значительных затрат ресурсов. Так, Pacini E. и Dolferus R. (2019) отметили, что питательная среда, подобранная для пшеницы, была неэффективна для прорастания пыльцы близкородственных растений порядка Poales, включая рожь (*Secale cereale* L.), ячмень (*Hordeum vulgare* L.) и кукурузу (*Zea mays* L.) [4, 9, 10].

Актуальным является вопрос: «Какие существуют перспективы новых подходов к оценке фертильности пыльцы?». Создание универсального метода оценки жизнеспособности и функциональной активности пыльцы продолжает оставаться актуальной научной проблемой. Методы проточной цитометрии представляют значительный интерес благодаря своей минимально инвазивной природе [3, 7, 8]. Тем не менее существенным ограничением является необходимость дорогостоящего специализированного оборудования и индивидуальной калибровочной процедуры для каждого конкретного вида. Методы на основе проточной цитометрии обеспечивают потенциал для автоматизации процессов мониторинга биологической активности пыльцы и пригодны для высокоэффективного анализа качества пыльцы, включая адаптацию методов скрининга с целью идентификации биоактивных веществ, обеспечивающих высокую продолжительность жизни и функциональность пыльцевых зерен в естественных условиях произрастания и при хранении [8].

Следующий вопрос о сравнительном анализе эволюционных паттернов двух- и трехклеточной пыльцы. Исследование механизмов эволюции и распространения различных типов структуры мужских гаметофитов проводилось на широком таксономическом диапазоне покрытосеменных растений (Angiospermae), выявляя ключевую характеристику – количество клеток в составе зрелого пыльцевого зерна. Трехклеточные пыльцевые зерна характеризуются наличием зрелых спермиев уже на стадии формирования микроспор, находящихся в цитоплазме вегетативной клетки пыльцы. Напротив, двухклеточный тип

характеризуется присутствием единственной генеративной клетки, которая способна пройти митотическое деление после опыления, образуя два спермия (например, *Solanum lycopersicum*).

Около 70% изученных видов покрытосеменных демонстрируют наличие двухклеточного типа пыльцы, традиционно считавшегося примитивным состоянием. Однако последние молекулярно-филогенетические данные ряда исследований указывают на возможность обратного перехода от трехклеточной формы к двухклеточной структуре, подвергая сомнению устоявшуюся гипотезу о монофилетичности двухклеточности [5].

Экспериментальные исследования показывают, что двухклеточная пыльца отличается повышенной устойчивостью в искусственных условиях культивирования и большим сроком сохранения всхожести по сравнению с трехклеточными аналогами. Это связано с необходимостью дополнительного митоза генеративной клетки перед образованием полноценных спермиев, что снижает доступность питательных веществ [8].

Сегодня, в контексте современной сельскохозяйственной практики, увеличение срока годности пыльцы ключевых злаковых культур, таких как пшеница, представляет собой приоритетную задачу благодаря значительным экономическим выгодам. Одним из перспективных подходов является применение антиоксидантов, однако большой потенциал открывается перед фундаментальными исследованиями механизмов управления состоянием покоя и процесса гидратации клеток пыльцы, что позволит улучшить генетически заданные характеристики длительности жизнеспособности пыльцы.

Также важным направлением развития выступает разработка альтернативных методов опыления, включающих использование специальных автономных приборов на базе дронов и роботов. Это особенно важно в свете уменьшения популяции естественных насекомых-опылителей, вызванного изменением климата. Однако массовое распространение новых технологий связано с рисками ухудшения качества пыльцы из-за механических повреждений, изменений температуры, транспортировки, особенностей высушивания, условий хранения, доставки и индивидуальной устойчивости видов растений. Поэтому сохранение высокого уровня функциональных свойств пыльцы требует постоянного контроля вышеуказанных факторов и введения научно-обоснованных нововведений, минимизирующих негативное влияние вмешательства человека [2, 8].

Таким образом, формирование пыльцевых зерен осуществляется в тычинках, где основная функция заключается в обеспечении оплодотворения пестика растения. Для повышения эффективности долгосрочного хранения активной пыльцы в условиях меняющегося климата необходимы глубокие познания молекулярных и генетических механизмов, управляющих начальной фазой обезвоживания и последующим переходом пыльцы в период покоя, а также исследование механизмов выхода из такого состояния. Полученные данные послужат базой для формирования новых концепций адаптации растений и помогут разработать инновационные методы повышения продуктивности аграрных культур.

Список литературы

1. Киселева Е.Н., Раченко М.А., Раченко А.М. Влияние условий закрытого грунта на жизнеспособность пыльцы малины ремонтантной // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2025. – № 2. – С. 40-46.
2. Цаценко Л.В., Керимов Р.В. Пыльца растений и ее характеристики в условиях меняющегося климата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 186. – С. 226-241.
3. Althiab-Almasaud R. et al. Pollen viability, longevity, and function in angiosperms: key drivers and prospects for improvement // Plant Reproduction. – 2024. – Vol. 37 (3). – P. 273-293.

4. Bheemanahalli R. et al. Quantifying the impact of heat stress on pollen germination, seed set, and grain filling in spring wheat // Crop Science. – 2019. – Vol. 59 (2). – P. 684-696.
5. Chaturvedi P. et al. Heat stress response mechanisms in pollen development // New Phytologist. – 2021. – Vol. 231. – No. 2. – P. 571-585.
6. Ejsmond M.J. et al. Large pollen at high temperature: an adaptation to increased competition on the stigma? // Plant Ecology. – 2015. – Vol. 216. – P. 1407-1417.
7. Lora J., Herrero M., Hormaza J.I. The coexistence of bicellular and tricellular pollen in *Annona cherimola* (Annonaceae): implications for pollen evolution // Am J Bo. – 2009. – Vol. 96. – P. 802–808.
8. Mehmood M., Qamar R., Joyia F.A. Effect of high temperature stress on pollen grains in sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbred lines // Brazilian Archives of Biology and Technology. – 2023. – Vol. 66. – P. 1-11.
9. Pacini E., Dolferus R. Pollen Developmental Arrest: Maintaining Pollen Fertility in a World With a Changing Climate // Front. Plant Sci. – 2019. – Vol. 10. – P. 679-689.
10. Shamim S., Abdullah M., Shair H. Evaluation for impact of climate change on wheat (*Triticum aestivum* L.) grain quality and yield traits // Biol. Clin. Sci. Res. J. – 2024. – Vol. 23. – P.124-153.

<https://doi.org/10.26898/2026-28>
УДК 631.675.2

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Николаев А.А.¹, аспирант,
Максимов П.Е.¹, аспирант

Научный руководитель – Лоскин М.И.^{2,3}, д-р техн. Наук

¹Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Москва, Россия

²Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр СО РАН», Якутск, Россия

³Арктический агротехнологический университет, Якутск, Россия
e-mail: weise92@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено влияние климатических и гидрологических факторов на эффективность лиманного орошения в условиях резко континентального климата Республики Саха (Якутия). На основе данных по урожайности луговых трав на системах лиманного орошения за 2015–2025 гг. и анализа климатических тенденций показано, что повышение температуры, снижение влажности почв и изменение сроков весеннего половодья существенно влияют на водообеспеченность лугов и продуктивность сельскохозяйственных угодий. Средняя урожайность многолетних трав на системах лиманного орошения за 2015–2025 гг. составила 15,34 ц/га, при колебаниях от 7,71 до 22,52 ц/га в зависимости от района и условий увлажнения. Обоснована необходимость оптимизации графиков орошения и проведения работ по реконструкции лиманных систем для устойчивого развития кормопроизводства в условиях изменения климата.

Ключевые слова: лиманное орошение, климатические факторы, увлажнение почв, гидрологический режим, урожайность луговых трав

Лиманное орошение – одно из старейших и наиболее эффективных методов поверхностного орошения, широко применяемое в Республике Саха (Якутия) для повышения продуктивности естественных лугов и сенокосов. Научные основы лиманного орошения в

Якутии были заложены П.П. Гаврильевым и А.А. Мандаровым, которые экспериментально установили зависимость водного режима луговых почв от продолжительности и глубины орошения. В ряде исследований, выполненных в Якутии, рассмотрены особенности взаимодействия лиманных орошений с многолетнемёрзлыми почвами, показано влияние условий увлажнения на влагоёмкость корнеобитаемого слоя и продуктивность луговых угодий. Показано влияние влагозарядки на влагоёмкость корнеобитаемого слоя и продуктивность лугов, а также отмечена возрастающая роль климатических факторов в эффективности мелиоративных мероприятий [1]. Как отмечено в трудах М.И. Лоскина, за последние 50 лет на территории Якутии наблюдается устойчивая тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха примерно на 2 °С, а также увеличение испаряемости на 10-12 % [2]. Указанные изменения приводят к сокращению продолжительности затопления лиманных систем, более быстрому высыханию орошаемых площадей и повышению зависимости продуктивности луговых угодий от сроков и интенсивности весеннего половодья. В совокупности климатические особенности региона формируют неустойчивый водный режим лиманных систем, что требует обязательного учёта климатических факторов при оценке их эффективности и разработке мероприятий по адаптации лиманного орошения к современным условиям. В связи с этим в настоящих исследованиях поставлена цель – оценить влияние климатических факторов на эффективность лиманного орошения в Республике Саха (Якутия).

Климат Республики Саха (Якутия) характеризуется резко континентальными условиями, низким количеством атмосферных осадков и высокой межгодовой изменчивостью водного режима. Средняя температура воздуха в январе составляет около минус 40 °С, в июле плюс 18-21 °С, при этом годовая амплитуда среднемесячных температур превышает 60 °С. Устойчивый переход температуры воздуха через 0 °С наблюдается, как правило, лишь в конце апреля – начале мая, что обуславливает короткую продолжительность вегетационного периода.

Годовое количество атмосферных осадков на территории Якутии составляет в среднем 230-350 мм, при этом до 65-70 % их суммы выпадает в тёплый период года. Несмотря на это, влагообеспеченность почв остаётся недостаточной вследствие высокой испаряемости, которая в июле – августе достигает 600-700 мм. В летние месяцы относительная влажность воздуха снижается до 55-65 %, что способствует интенсивному испарению влаги с поверхности почв и лиманных лугов.

Средняя скорость ветра на рассматриваемых территориях, как правило, не превышает 2,0-2,5 м/с, однако её увеличение в весенний и летний периоды усиливает процессы иссушения почв и ускоряет снижение запасов влаги после схода орошаемых вод. Значительная годовая амплитуда температур и высокая испаряемость оказывают существенное влияние на формирование водного режима рек и условия весеннего половодья.

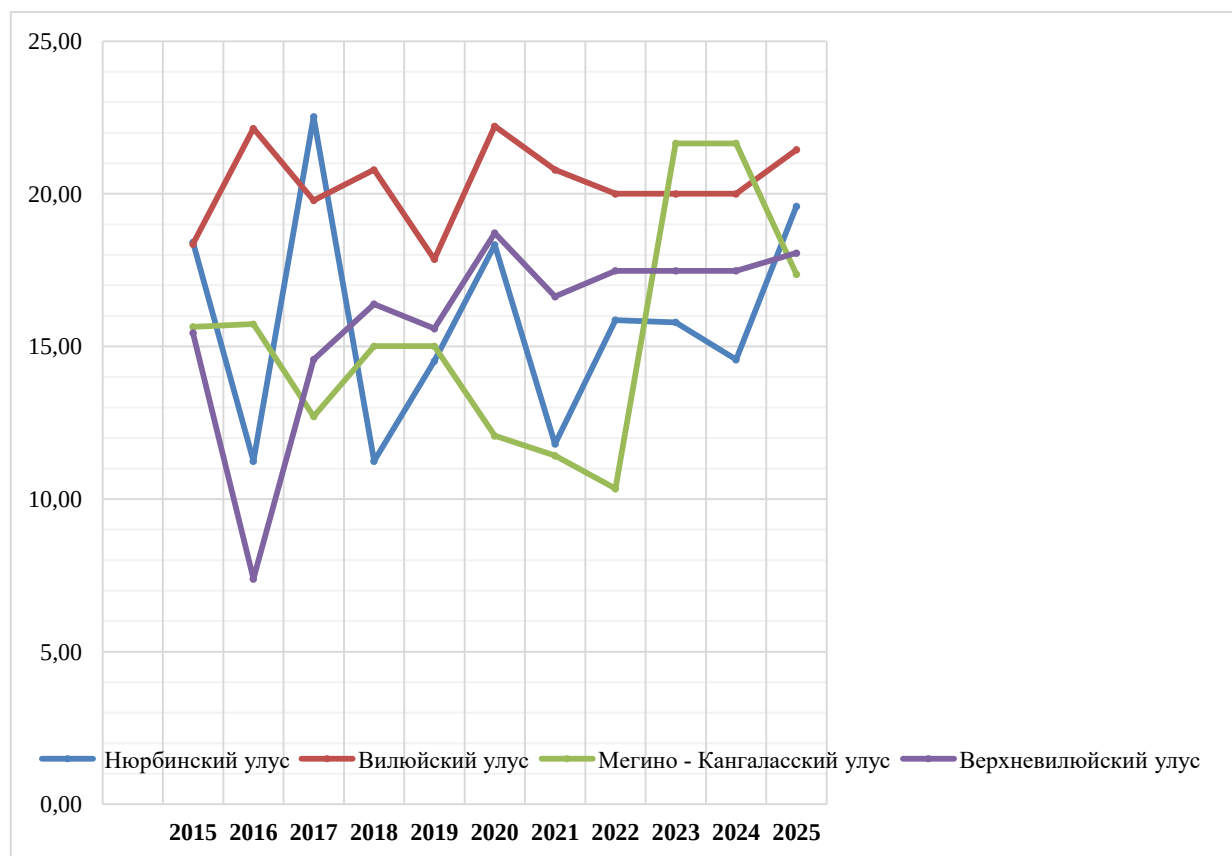
В последние годы в условиях потепления климата наблюдается ускоренное таяние снежного покрова, которое во многих случаях происходит до начала активного сезонного оттаивания почв. Как показано в работе П.Я. Константинова, зимние условия и глубина сезонного протаивания оказывают существенное влияние на формирование поверхностного стока и условия инфильтрации талых вод в криолитозоне. В результате значительная часть талых вод формирует кратковременный поверхностный сток и не участвует в увлажнении корнеобитаемого слоя почвы, что приводит к изменению гидрологического режима рек и сокращению продолжительности весеннего половодья и уменьшению объёма воды, поступающей на лиманные системы [3].

В годы с малой высотой снежного покрова и ранним сходом снега отмечается быстрое прохождение паводка, при котором лиманные площади не успевают наполняться и получить достаточное увлажнение. Вследствие этого ухудшается влагообеспеченность луговых угодий и снижается их продуктивность. Напротив, при более продолжительном и равномерном

таянии снега формируются благоприятные гидрологические условия для лиманного орошения и повышения урожайности многолетних трав.

Лиманное орошение в Республике Саха (Якутия) осуществляется преимущественно за счёт весенних паводковых вод малых рек и проводится, как правило, один раз в год по мерзлой или частично оттаявшей почве. Согласно обобщённым данным М.И. Лоскина, выявленные климатические изменения сопровождаются трансформацией гидрологического режима весеннего половодья, что отражается на условиях увлажнения лиманных угодий [2]. Изменение климатических условий сопровождается сдвигом сроков начала половодья, перераспределением весеннего стока и изменением продолжительности затопления лиманов. При сокращении периода затопления и быстром сходе орошаемых вод ухудшается увлажнение корнеобитаемого слоя почвы, что отрицательно сказывается на продуктивности луговых угодий. В то же время при устойчивом и равномерном половодье лиманные системы сохраняют более высокий уровень влагообеспеченности и урожайности. Указанные закономерности согласуются с результатами исследований П.Я. Константинова, показавших тесную связь зимних условий, глубины сезонного протаивания и гидрологического режима территорий криолитозоны [3].

Для анализа урожайности луговых трав за рассмотрены урожайность за 2015–2025 гг. по районам республики [5] (см. рисунок).



Урожайность многолетних трав при лиманном орошении в районах Республики Саха (Якутия)
(2015–2025 гг.), ц/га

Результаты анализа показывают, что урожайность многолетних трав на лиманных системах Республики Саха (Якутия) тесно связана с климатическими и гидрологическими условиями конкретного года, прежде всего с характером весеннего половодья и режимом увлажнения почв. Средняя урожайность многолетних трав на системах лиманного орошения за 2015–2025 гг. составила 15,34 ц/га, при колебаниях от 7,71 до 22,52 ц/га в зависимости от

района и условий увлажнения (см. рисунок). При этом выявлены значительные территориальные различия в уровне продуктивности лиманных лугов. Наиболее высокие значения урожайности отмечены в районах Западной Якутии – до 20,31 ц/га, где лиманные системы характеризуются относительно устойчивой водоподачей и равномерным распределением орошаемых вод. В отдельных районах Центральной Якутии средняя урожайность составляет около 15,3 ц/га. В Мегино-Кангаласском районе продуктивность лиманных лугов отличается высокой межгодовой изменчивостью, что связано с ранним вскрытием рек и быстрым сходом паводковых вод, приводящими к неполному увлажнению луговых почв и снижению урожайности.

В целом по республике наблюдается устойчивая зависимость урожайности лиманных лугов от сроков и интенсивности половодья. При благоприятных условиях (равномерное затопление лугов, оптимальные температуры и влажность воздуха) урожайность возрастает на 20-25 %. При дефиците паводковых вод и раннем половодье продуктивность снижается до 10-12 ц/га. Полученные результаты согласуются с выводами П.П. Гаврильева, отмечавших прямую зависимость продуктивности луговых угодий от продолжительности и условий увлажнения в мерзлотных агроландшафтах Центральной Якутии [5]. Подтверждаются выводами, изложенными в работах М.И. Лоскина, о необходимости адаптации лиманных систем к росту испаряемости и неустойчивости водных ресурсов [2].

Таким образом, эффективность лиманного орошения в Якутии определяется совокупностью климатических и гидрологических факторов – сроками половодья, объёмом стока, температурным режимом и техническим состоянием мелиоративных сооружений. Для повышения продуктивности луговых трав необходимо совершенствовать управление водными ресурсами, обеспечивать своевременное обслуживание оросительных систем и вести мониторинг фактического затопления лиманных площадей.

Список литературы

1. Гаврильев П.П., Мандаров А.А. Лиманное орошение лугов в Центральной Якутии. – Новосибирск: Наука, 1976. – 165 с.
2. Лоскин М.И. Мелиорация сельскохозяйственных земель в Республике Саха (Якутия) в условиях изменения климата // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 14-20.
3. Константинов П.Я., Федоров А.Н., Башарин Н.И. Устойчивость природных и технических систем криолитозоны в условиях изменения климата: материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 150-летию М.И. Сумгина. – Якутск, 2023. – С. 195-197.
4. Отчётные материалы по урожайности многолетних трав на лиманных системах за 2015–2025 гг. / ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению Республики Саха (Якутия)». – Якутск, 2025. – 10 с.
5. Гаврильев П.П., Угаров И.С., Ефремов П.В. Мерзлотно-экологические особенности таежных агроландшафтов Центральной Якутии. – Якутск, 2001. – 196 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-29>
УДК 633.2.032:631.55(571.56-191.2)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАВСТОЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КОРМОВ НА ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Новиков Д.И., аспирант

Научный руководитель – Пестерева Е.С., д-р с.-х. наук, доцент,

Павлова С.А., д-р с.-х. наук, доцент,

Захарова Г.Е.,

Жиркова Н.Н.

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова,
Якутск, Россия

e-mail: dimati111obron@mail.ru; Lena79pestereva@mail.ru; sachayana@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты по изучению сеяных многолетних травостоев в Центральной Якутии с целью повышения урожайности и качества кормов для животноводства. Важнейшей проблемой региона является нехватка кормов, обусловленная длительным стойловым периодом и климатическими условиями, что делает актуальным поиск эффективных методов оптимизации заготовки кормов. В работе анализируется ботанический состав, урожайность травосмесей, включая злаковые и бобово-злаковые виды. Результаты данного исследования могут быть использованы для совершенствования кормового обеспечения в условиях Центральной Якутии и повышения продуктивности животноводства региона. Работа также показывает необходимость дальнейших исследований в области селекции и агрономии для усовершенствования пастбищного кормления и устойчивого развития сельского хозяйства.

Ключевые слова: животноводство, многолетние травостои, корма, урожайность, ботанический состав, бобово-злаковые и злаковые травосмеси, питательная ценность, селекция, пастбищное кормление, аграрные технологии, адаптация растений

Актуальность исследований. Центральная Якутия имеет долгую историю сельского хозяйства, однако развитие животноводства в этом регионе сталкивается с серьезными вызовами. Одной из главных проблем является нехватка кормов, что обусловлено длительным стойловым периодом, который длится около восьми месяцев в году. Это создает сложности в заготовке достаточного количества кормов за короткое якутское лето, хотя, как показывает практика, эта задача вполне решаема.

На сегодняшний день около 70-80% кормов для животноводства в республике производятся из малопродуктивных естественных угодий. Несмотря на попытки улучшения этих пастбищ, результаты остаются скромными. Необходимы новые методы и стратегии, ориентированные на оптимизацию заготовки кормов, использование современных технологий в пастбищном кормлении и развитие альтернативных источников корма, чтобы повысить продуктивность животноводства в регионе.

Целью исследований является изучение сеяных многолетних травостоев для повышения урожайности и качества кормов на остепненных лугах Центральной Якутии.

Задачи исследований:

1. Провести изучение ботанического состава сеяных травостоев с целью определения видового разнообразия.

2. Определить урожайность сеяных многолетних трав и эффективности травосеяния.

Новизна исследований. Впервые в условиях Центральной Якутии будет изучен подбор районированных сортов многолетних трав злаковых и бобово-злаковых травостоев при сенокосном использовании на остепненных лугах для производства корма с высоким

содержанием белка.

Методика исследований. Исследования по подбору сеяных травостоев проводились в 2024-2025 гг. на научно-производственном стационаре «Илгэлээх» лаборатории кормопроизводства ЯНИИСХ с. Ой Хангаласского улуса расположенном в 70 км от Якутска на надпойменной террасе р. Лены (вблизи летней фермы «Илгэлээх»). Полевой опыт заложен летним сроком посева. Размещение делянок рендомизированное. Размер делянок 60 м², фоновое внесение минеральных удобрений в виде азофоски, кроме контроля, повторность трехкратная. Контролем служит заброшенная залежь, где восстановление травостоя идет за счет самозаращения дикорастущими видами, присутствующих на пашне, а также за счет запаса жизнеспособных семян, содержащихся в почве. Учет урожая при сенокосном использовании проводились при наступлении фазы колошения - начало цветения трав. Все исследования и наблюдения проведены по общепринятым методикам ВНИИ кормов им. Вильямса [2-4]. Объект исследований. Житняк гребневидный сорт «Модун», люцерна серповидная сорт «Якутская желтая», кострец безостый сорт «Айыстал», пырейник сибирский сорт «Мегинский».

В условиях засушливого климата Приленского агроландшафта основным лимитирующим фактором формирования урожая зеленой массы кормовых культур является влаго- и теплообеспеченность вегетационного периода. По данным Покровской УГМС Хангаласского района РС (Я) гидротермический коэффициент в отчетном году составил около 0,7, что характеризует вегетационный период как засушливый, и жаркий как в начале, так и в середине лета, и далее относительно прохладный в конце лета. Начало лета выдалось теплым и засушливым, за первую декаду июня осадков не отмечено. (0 мм против 10 мм нормы). К третьей декаде июня осадков выпало выше нормы в 1,5 раз (24,1 мм против 16 мм среднемноголетней нормы). Максимальная температура воздуха достигала +28,1 °С, минимальная температура воздуха зафиксирована рано к первой декаде июня до 2,7 °С.

В период начальных этапов развития полевых культур поверхность почвы прогревалась в июне с максимальной температурой до 52,1 °С, при этом отмечены и минимальные температуры до -0,2 °С, что повлияло на формирование дружных всходов и развитию начальных этапов органогенеза у кормовых культур. Июль, начиная со второй декады и до конца месяца, по температурному режиму выдался теплым. Осадков за этот период выпало ниже нормы на 17% (38,3 мм против 46,0 мм). Август в первой декаде мало обеспечен осадками, выпало 10 мм, что ниже средней многолетней нормы (17 мм) на 42% по температурному режиму прохладный. Ко II декаде августа осадков выпало в 14 раз ниже нормы (1 мм против 14 мм нормы). В этот период температура воздуха сохраняла относительно прохладный и ночью холодный режим как в воздухе, так и на поверхности почвы. К третьей декаде августа выпало до 11,3 мм осадков, что составило всего 86% от нормы (13 мм). В целом за летний период, сумма активных температур воздуха выше +5 °С насчитывается на уровне 1893,7 °С при норме 1925,4 °С, сумма активных температур выше +10 °С достигла 1720,6 °С. Осадки за вегетационный период при температуре воздуха выше +5 °С составили всего 134,4 мм и при среднесуточной температуре воздуха выше +10 °С всего 113,1 мм. Соответственно гидротермический коэффициент 2025 г. характеризуется при сумме активных температур выше +5 °С как засушливый ГТК = 0,7. И 0,67 по суммам активных температур выше +10 °С в соответствии выпавших осадков за учетный вегетационный период полевых культур.

Весна 2025 г. была теплой, по сравнению со средней многолетней нормой и с максимальным выпадением осадков в мае до 30,6 мм, что в 1,6 раза выше нормы (19,0 мм). Так, среднесуточная температура воздуха составила 8,7 °С против 5,7 °С от многолетней нормы. 2025 год по обеспеченности влагой и теплом по погодным условиям ГТК характеризуется как засушливый и не благоприятный для роста и развития зерновых, кормовых полевых культур

Результаты исследований. По типологии опытные участки относятся к остепененным лугам высокого уровня р. Лены. Весенняя влажность мерзлотной дерновой почвы характеризуется как недостаточная для начальной вегетации луговых трав. Остепененные луга отличаются низкой биологической продуктивностью благодаря осадкам, выпадающим во второй половине лета, которые не дают положительного увлажняющего эффекта.

Основные элементы агротехники. Минеральные удобрения внесены в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ вручную. В качестве минерального удобрения использовали азофоску. Многолетние травы высевали селекционной сеялкой на глубину 3-4 см с междурядьем 15 см, люцерну - 2,8 на глубину 1,5-2,0 см. Состав травостоев оказывает существенное влияние на урожайность (см. таблицу).

Урожайность и ботанический состав злаковых и бобово-злаковых травостоев (посев 2024 г.)

Состав травосмесей	Урожайность СВ, т/га	Сеяные виды, %				Разнотравье
		житняк	кострец безостый	пырейник сибирский	люцерна	
Злаковая травосмесь						
Естественный травостой (контроль)	0,7	-	-	-	-	100,0
Житняк гребневидный	1,2	92,0	-	-	-	8,0
Житняк гребневидный + Кострец безостый	1,9	55,0	40,0	-	-	5,0
Житняк + Пырейник сибирский	1,7	60,0	-	35,0	-	5,0
Житняк гребневидный + кострец безостый + пырейник сибирский	2,0	46,0	36,0	14,0	-	4,0
Бобово-злаковая травосмесь						
Люцерна желтая	1,9	-	-	-	95,0	5,0
Люцерна желтая + житняк гребневидный	2,1	50,0	-	-	42,0	8,0
Люцерна желтая + кострец безостый + житняк	2,6	29,0	25,0	-	41,0	5,0
Люцерна желтая + пырейник сибирский + житняк	2,2	37,0	-	25,0	34,0	4,0
Люцерна желтая + кострец безостый + пырейник сибирский + житняк	2,4	32,0	18,0	20,0	25,0	5,0

В злаковых травостоях урожайность естественного травостоя (контроль) составила 0,7 т/га. На злаковых травостоях вариант житняка гребневидного в чистом виде показывает урожайность 1,2 т/га. Смесь житняка гребневидного с кострецом безостым (1,9 т/га), житняка с пырейником сибирским (1,7 т/га) и смеси житняка гребневидного с кострецом безостым и пырейником сибирским (2,0 т/га) обеспечивают высокую урожайность. Наименьшую урожайность сформировал естественный травостой - 0,7 т/га (контрольный вариант) (см. таблицу).

На бобово-злаковых травосмесях высокая урожайность отмечается у люцерны желтой + кострец безостый + житняк - 2,6 т/га. Смеси люцерны желтой с житняком гребневидным (2,1 т/га), люцерны желтой с пырейником сибирским и житняком (2,2 т/га), а также люцерны желтой с кострецом безостым и пырейником сибирским + житняк показывают более высокую урожайность. Это может быть связано с тем, что бобовые культуры (в данном случае люцерна желтая) обогащают почву азотом, что способствует росту злаков. При анализе ботанического состава в злаковых травосмесях содержание житняка варьируется от

46 до 92%. Кострец безостый присутствует в диапазоне от 36 до 40%. В бобово-злаковых смесях люцерна желтая занимает от 29 до 50%. Пырейник сибирский присутствует в смеси только с люцерной желтой.

Заключение. В условиях Центральной Якутии на остепененных лугах при сенокосном использовании изучены ботанический состав, урожайность, химический состав и питательная ценность сеяных многолетних трав для повышения продуктивности. По всем изученным вариантам наиболее ценный из злаковых травостоев с преобладанием сеяных видов (55,0-60,0%), а в бобово-злаковых травосмесях содержание житняка в двухкомпонентной смеси составляет 50,0%, люцерны - 42,0%.

Список литературы

1. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 гг. / Степанов А.И. и др. – Якутск, 2017. – 416 с.
2. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / подгот. Ю.К. Новоселов и др. – М.: РАСХН, 1997. - 156 с.
3. Программа и методика проведения научных исследований по луговодству / под ред. А.А. Кутузовой, К.Н. Приваловой. - М.: ФГУ РЦСК, 2011. - 192 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 347 с.
5. Еловская Л.Г., Коноровский А.К., Саввинов Д.Д. Мерзлотные засоленные почвы Центральной Якутии. – М.: Наука, 1966. - 274 с.
6. Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах / А.А. Кутузова и др. - М., 1996. – 152 с.
7. Трофимов П.П. Сельское хозяйство и устойчивое развитие северных регионов России. – М.: Росагро, 2014.

<https://doi.org/10.26898/2026-30>
УДК 58.01.07

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ И КУЛЬТУРА *IN VITRO*: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Окимбек С.Б., магистрант

Научный руководитель – Сапарбекова А.А., канд. биол. наук, проф.

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, Шымкент, Республика Казахстан
e-mail: saltanat.kmbek@bk.ru

Аннотация. Засоление почв является одним из основных абиотических факторов, ограничивающих рост и устойчивость растений в аридных и семиаридных регионах. Воздействие солевого стресса сопровождается комплексом физиологических, биохимических и молекулярных нарушений, что обуславливает необходимость поиска эффективных подходов к формированию солеустойчивости. Культура *in vitro* рассматривается как перспективный биотехнологический инструмент, позволяющий изучать механизмы адаптации растений к засолению и осуществлять отбор устойчивых форм в контролируемых условиях. В статье обобщены и интерпретированы современные научные данные, посвященные сигнальным путям стресс-ответа, механизмам ионной и осмотической регуляции, морфофизиологическим адаптациям растений к солевому стрессу, а также особенностям галофитных видов. Особое внимание уделено потенциалу *in vitro* технологий в исследованиях солеустойчивости и их значению для биотехнологии и селекции растений. Представленный анализ позволяет определить текущее состояние проблемы и обозначить перспективные направления дальнейших исследований в данной области.

Ключевые слова: солеустойчивость растений, абиотический стресс, засоление, культура *in vitro*, галофиты, адаптационные механизмы, биотехнология растений

Введение. Засоление почв является одним из наиболее значимых абиотических факторов, ограничивающих рост, развитие и устойчивость растений, особенно в условиях аридных и семиаридных экосистем. Повышенное содержание солей в почве приводит к осмотическому и ионному стрессу, нарушению водного баланса, изменению физиолого-биохимических процессов и снижению адаптационного потенциала растений. В условиях глобальных климатических изменений и расширения площадей засоленных земель проблема солеустойчивости приобретает особую актуальность.

Растения выработали широкий спектр адаптационных механизмов, обеспечивающих выживание в условиях засоления, однако эффективность этих механизмов существенно варьирует в зависимости от вида и экологической стратегии. В связи с этим возрастает интерес к изучению галофитных растений, обладающих естественной устойчивостью к солевому стрессу, как модельных объектов для исследования адаптационных процессов. Особое место среди них занимают представители рода *Haloxylon*, широко распространённые в пустынных и полупустынных зонах и играющие важную экологическую роль.

Культура *in vitro* открывает новые возможности для анализа механизмов солеустойчивости и получения устойчивых форм растений в контролируемых условиях. Применение данного подхода позволяет моделировать солевой стресс, изучать реакции растений на клеточном и тканевом уровнях, а также проводить направленный отбор устойчивых генотипов. В этом контексте обобщение и интерпретация современных научных данных представляют значительный интерес для дальнейшего развития биотехнологических методов повышения солеустойчивости растений.

Материалы и методы. В основе обзорного исследования лежит герменевтический подход, направленный на интерпретацию и осмысление научных текстов, посвящённых проблеме солеустойчивости растений и применению культуры *in vitro*. Анализ включал выявление смысловых связей, понятийных интерпретаций и научных позиций различных авторов в контексте абиотического стресса.

Литературные источники рассматривались как совокупность научных дискурсов, отражающих эволюцию представлений о механизмах солевой устойчивости и роли *in vitro* технологий в их изучении. Сопоставление и интерпретация данных позволили выделить ключевые концепции и тенденции развития исследований без повторения эмпирических моделей. Герменевтический анализ применялся для формирования целостного представления о современном состоянии проблемы и определения перспектив дальнейших исследований в области биотехнологии растений.

Результаты и обсуждение. Анализ современных литературных данных показывает, что устойчивость растений к абиотическим стрессам, прежде всего к засолению, формируется в результате многоуровневых физиолого-биохимических и молекулярных процессов, обеспечивающих поддержание ионного и водного гомеостаза. Согласно J.K. Zhu [1], ключевую роль в стресс-ответе растений играют сигнальные каскады, включающие протеинкиназы, гомологичные дрожжевому SNF1 и млекопитающему AMPK. Эти сигнальные пути регулируют активность белков, ответственных за транспорт ионов, перераспределение воды, а также перестройку метаболизма и экспрессии генов, что обеспечивает стабильность клеток в условиях солевого и водного стресса.

Обобщение данных, представленных Y. Zhang с соавт. [2], свидетельствует о том, что абиотические стрессы, включая засоление, засуху и экстремальные температуры, редко действуют изолированно и чаще проявляются в комплексе. На клеточном уровне солевой стресс вызывает осмотические нарушения, ионную токсичность и накопление активных форм кислорода, что приводит к повреждению мембран, клеточных стенок и белков. При этом различие между неадаптивными и адаптивными реакциями определяется способностью

растений к активации защитных механизмов, направленных на стабилизацию клеточных структур и регуляцию метаболических потоков. Авторы подчёркивают, что реакция растений на стресс носит комплексный характер и включает процессы восприятия сигнала, его трансдукции, транскрипционной регуляции и посттрансляционных модификаций белков.

Особое внимание в литературе уделяется корневой системе как первичному органу восприятия солевого стресса. По данным R. Kul с соавт. [3], корни растений подвергаются более интенсивному воздействию абиотических факторов по сравнению с надземными органами. Корневая система не только обеспечивает поглощение воды и минеральных элементов, но и выполняет сигнальную функцию, передавая гормональные и метаболические сигналы в надземные части растения. Механизмы солеустойчивости растений подробно рассмотрены Н. Pirasteh-Anosheh с соавт. [4], которые выделяют осмотическую регуляцию, селективное накопление или исключение ионов, поддержание оптимального соотношения Na^+/K^+ и роль вакуолей в детоксикации натрия. Показано, что засоление негативно влияет на фотосинтез, дыхание и синтез белков на всех этапах онтогенеза. Авторы подчёркивают отсутствие универсального показателя солеустойчивости и необходимость видоспецифического подхода при оценке устойчивости растений к засолению.

С физиологической точки зрения солеустойчивость сопровождается морфологическими, биохимическими и анатомическими адаптациями. J.R. Acosta-Motos с соавт. [5] отмечают увеличение соотношения корней и надземной массы, изменения анатомии листа и повышение содержания хлорофилла у солеустойчивых форм. Важную роль играют механизмы защиты фотосинтетического аппарата, включая ксантофилловый цикл, фотогеспирацию и антиоксидантную систему, обеспечивающие снижение окислительного стресса на субклеточном уровне.

В контексте галофитных растений особый интерес представляет род *Haloxylon*, в частности *Haloxylon aphyllum*, как модельный объект для изучения адаптации к засолению и засухе. S.N. Kryuchkov с соавт. [6] показали, что различные климатипы *Haloxylon aphyllum* существенно различаются по показателям роста, морозо- и засухоустойчивости, что указывает на высокий адаптивный потенциал вида. Установлено, что ростовая активность саксаула тесно связана с температурными условиями, тогда как зависимость от осадков выражена слабо, что характерно для ксеро- и галофитных растений.

Средообразующая роль *Haloxylon aphyllum* подробно описана Z.S. Shamsutdinov с соавт. [7] и E.Z. Shamsutdinova [8]. Показано, что данный вид существенно изменяет световой, температурный и водный режимы почвы и воздуха в пределах своего фитогенного поля, способствуя снижению засоленности почв и формированию благоприятных условий для сопутствующей растительности. Эти особенности подчёркивают экологическую значимость саксаула и его потенциал для восстановления деградированных аридных экосистем.

Исследования, посвящённые *Haloxylon persicum*, также подтверждают важную роль почвенных факторов в выживании и распределении видов рода *Haloxylon*. Отмечено, что солёность, механический состав почвы и содержание натрия оказывают определяющее влияние на всхожесть и укоренение проростков [9]. Аналогичные выводы получены К. Matsui с соавт. [10], которые установили, что рост и выживаемость семян *Haloxylon aphyllum* в значительной степени зависят от свойств подпочвенных горизонтов, включая электропроводность и соотношение песчаных и глинистых фракций.

Таким образом, результаты анализа литературных источников свидетельствуют о том, что солеустойчивость растений является многофакторным признаком, формируемым на молекулярном, клеточном, органном и экосистемном уровнях. В этом контексте культура *in vitro* рассматривается как перспективный биотехнологический инструмент, позволяющий моделировать солевой стресс в контролируемых условиях и проводить отбор устойчивых форм, в том числе у галофитных видов, таких как *Haloxylon aphyllum*.

Закключение. Анализ современных научных исследований свидетельствует о том, что солеустойчивость растений представляет собой комплексный признак, формируемый на различных уровнях организации – от молекулярного и клеточного до органного и экосистемного. Адаптация растений к засолению обеспечивается согласованной работой сигнальных путей, механизмов ионной и осмотической регуляции, антиоксидантной защиты и морфофизиологических перестроек, направленных на поддержание гомеостаза в условиях солевого стресса.

Обобщённые данные подтверждают значимость галофитных видов как перспективных модельных объектов для изучения механизмов солеустойчивости, а также подчёркивают их экологическую роль в аридных и семиаридных экосистемах. Культура *in vitro* зарекомендовала себя как эффективный биотехнологический подход, позволяющий проводить анализ реакций растений на солевой стресс в контролируемых условиях и создавать предпосылки для получения солеустойчивых форм. Перспективы дальнейших исследований связаны с интеграцией *in vitro* технологий, физиологических и молекулярных методов, что будет способствовать углублению представлений о механизмах адаптации растений к засолению и расширению возможностей их практического применения в растениеводстве и экологии.

Список литературы

1. Zhu J.K. Abiotic stress signaling and responses in plants // Cell. – 2016. – Vol. 167. – No. 2. – P. 313-324.
2. Zhang Y. et al. Plants' response to abiotic stress: Mechanisms and strategies // International journal of molecular sciences. – 2023. – Vol. 24. – No. 13. – P. 10915.
3. Kul R. et al. How abiotic stress conditions affects plant roots // Plant roots. – IntechOpen, 2020.
4. Pirasteh-Anosheh H. et al. Physiological mechanisms of salt stress tolerance in plants: An overview // Plant-Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress. – 2016. – P. 141-160.
5. Acosta-Motos J.R. et al. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms // Agronomy. – 2017. – Vol. 7. – No. 1. – P. 18.
6. Kryuchkov S.N., Solomentseva A.S., Egorov S.A. Identification of Sustainable Ecotypes of Haloxylon Aphyllum (Minkw.) Iljin. and the Creation of Seed Plantations // Arid Ecosystems. – 2025. – Vol. 15. – No. 2. – P. 258-268.
7. Shamsutdinov Z.S. et al. Environment-forming role of black saxaul, Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin in the Karnabchul Desert // Russian journal of ecology. – 2016. – Vol. 47. – No. 1. – P. 39-45.
8. Shamsutdinova E.Z. The environmental forming and productional functions of the haloxylon aphyllum in the Karnabchul desert // Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka. – 2019. – No. 2. – P. 34-38.
9. Alghanem S.M. Ecological and botanical diversity in Haloxylon persicum community at Al-Qassim Region in Kingdom of Saudi Arabia // Am. J. Environ. Prot. – 2018. – Vol. 6. – P. 43-49.
10. Matsui K. et al. Soil properties that determine the mortality and growth of Haloxylon aphyllum in the Aral region, Kazakhstan // Arid Land Research and Management. – 2019. – Vol. 33. – No. 1. – P. 37-54.

РАННЯЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ ЛИСТОПАДНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ХЛОПКОВОДСТВО

Оразов К.О., Кулиев К.

Туркменский сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова,

Ашхабад, Туркменистан

e-mail: sagitarius80@mail.ru

Аннотация. Дефолиация и десикация хлопководства, связаны с огромными моральными, экологическими и экономическими затратами. Экологические последствия весьма отрицательны для человека и хлопководства. Выход из этого экологического кризиса в хлопководстве нам представляется в переводе хлопководства на полную раннюю естественную листопадность не функциональной, а мутационной наследственной изменчивости без применения ядохимикатов вообще. Внедрение в производство сортов с ранней естественной листопадностью, предупредит излишнее загрязнение зоны хлопкосеяния, повысит рентабельность хлопководства и сортность хлопка-сырца, что в свою очередь улучшит качество изделий из хлопкового волокна, а хлопководство будет экологически чистой отраслью, безвредной для человека.

Ключевые слова: дефолиация, десикация, хлопководство, листопадность, экология, сорт, селекция, семеноводство, химикаты, мутация

Дефолиация и десикация хлопководства связаны с огромными моральными, экологическими и экономическими затратами. Помимо того, что эти приемы снижают урожайность хлопка на 1,5-4,0 ц/га, уменьшается и урожай общей фитомассы, химикаты адсорбируются на поверхности хлопкового волокна, которое перерабатывается в текстильные изделия не очищенным, ухудшается прочность волокна на разрыв в г.с. (грамм-силах), понижаются кондиционные параметры семян по всхожести и содержанию масла в них, увеличивается содержание ядов в семенах, в значительной мере отравляется атмосфера, почва, водные источники, ризосфера, фауна и флора почвы, как триггерным механизмом запускаются нежелательные мутационные процессы живого растительного и животного царства, повсеместно влияют на здоровье человека, т.е. в медицинском, гигиеническом, генетическом аспектах эти технологические операции крайне опасны [1].

Цель исследования заключалась в изучении и передаче в производство сортов хлопчатника, обладающих 100-процентной листопадностью к концу вегетации, высоким качеством волокна и повышенной урожайностью.

Научная и практическая значимость результатов работы заключается в том, что в хлопковом производстве экологическая ситуация складывается крайне неблагоприятной и выход из этого экологического кризиса представляется в переводе хлопководства на полную раннюю естественную листопадность не функциональной, а мутационной наследственной изменчивости без применения ядохимикатов вообще.

В настоящем исследовании были использованы научная теория, разработанная академиком Н.И. Вавиловым, закон гомологических рядов наследственной изменчивости применимой при экспериментальном мутагенезе у хлопчатника И.К. Максименко, сортоиспытания в учебно-экспериментальном хозяйстве университета.

Экологические последствия весьма отрицательны для человека и хлопководства. Хлопководство, как сельскохозяйственная отрасль по общему признанию становится опасным занятием. Вопросы хлопкового производства в современном виде - это вопросы

выживания человека в регионе, потому что экологическая ситуация складывается крайне неблагоприятной.

Выход из этого экологического кризиса в хлопководстве нам представляется в переводе хлопководства на полную раннюю естественную листопадность не функциональной, а мутационной наследственной изменчивости без применения ядохимикатов вообще. Эти направления селекционной работы по раскрытию и унаследованию феномена ранней естественной листопадности хлопчатника, проводятся в США, Индии, Китае и других хлопкосеющих странах. В Центральной Азии теоретические и практические исследования по естественной листопадности хлопчатника развиваются медленно, несмотря на важность этих работ [2]. Необходимо решение этого фундаментального поискового направления считать главным в генетико-селекционных НИР по хлопчатнику, тем более что имеется обоснованная научная теория, разработанная академиком Н.И. Вавиловым еще в 30-е гг [3].

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости гласит, что все виды и рода, близкие по генеалогии, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой достоверностью, что, зная ряд их признаков и свойств в пределах одного или нескольких видов можно предсказать появление параллельных форм у других видов и родов. Закон Н.И. Вавилова выражается в формулах [3]:

$$\begin{aligned}L_1(a + b + c...); \\ L_2(a + b + c...); \\ L_3(a + b + c...),\end{aligned}$$

где L - обозначает родственные виды или роды растений, а буквы в скобках - ряды сходных наследственных признаков или свойств.

В основе этого закона две причины: а) одинаковость генетической первородной структуры ближайших видов и родов по генеалогии; б) определенное или направленное действие отбора в примерно одинаковых экологических условиях среды. Использование этого закона в селекции хлопчатника ставит ее на научные основы, позволяет предвидеть и находить необходимые признаки и формы, в настоящее время отсутствующие у вида, но наблюдаемые у других видов одного рода.

Род Госсипиум в настоящее время насчитывает свыше 40 диких и культурных видов. У многих диких диплоидных видов хлопчатника (*G. aridum* (Rose et Standl.) Scov.; *G. gossypoides* (Ulbr.) Standl.; *G. laxum* Phill. at all и др.) наблюдается генетически унаследованная и эволюционно отработанная в течение многих миллионов лет биологическая особенность - полный естественный листопад в период засухи в тропиках и субтропиках. Отцветшие растения имеют совершенно голые деревья с завязями и коробочками хлопчатника. После наступления периода обильных дождей хлопковые деревья не погибают, а снова образуют многочисленную густую листву. Эта наследственная специфика является важным адаптивным свойством организма и способствует биологическому процветанию вида в неблагоприятных условиях среды обитания.

Мы предположили, что по закону гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова можно ожидать проявление этого хозяйственно важного феномена и у культурных сортов хлопчатника при экспериментальном мутагенезе, тем более, что ранее у хлопчатника такое свойство было подмечено И.К. Максименко (линия 8704-И). Так оно в действительности и получилось при широком развитии индуцированного химического и радиационного мутагенеза на хлопчатнике обоих культурных ботанических видов - *Gossypium paruviahum* Cav. (Synonym *G. barbadense* Linn.) и *Gossypium hirsutum* Linn.

Мутагенез имеет решающее значение в работах по раннему естественному листопадению у хлопчатника [4, 5]. Разнообразный спектр мутаций позволил получить много ценных хозяйственно полезных селекционных линий на кафедре селекции и

семеноводства сельскохозяйственных культур Туркменского сельскохозяйственного университета им. С.А. Ниязова. Селекционные исследования по раннему естественному листопаду у хлопчатника не имеют аналогов в мировом и отечественном хлопководстве. В данном случае приоритет и оригинальность научно-исследовательских работ (НИР) университета на современном этапе очевидны. Новые селекционные листопадные линии и сорта хлопчатника неприхотливы к условиям возделывания, высокоурожайны, скороспелы, патогеноустойчивы по причине преобладания сильных доминантных блоков генов и мощных ферментативных реакций в их наследственной природе [6].

Ранее нашим вузом были предложены к широкому производственному испытанию и передаче в производство два новых перспективных сорта хлопчатника с фенотипом средневолокнистых, а с качеством волокна тонковолокнистых сортов, обладающих ранней естественной листопадностью к концу вегетации. Эти сорта прошли 3-5-летнее конкурсное сортоиспытание в учебно-экспериментальном хозяйстве университета, по ним собрано по 4-5 тыс. индивидуальных отборов для семенного питомника. Изучение сортов в конкурсном сортоиспытании показало, что они имеют большие преимущества перед стандартными.

Полученные сорта имеют безусловное достоинство: обладая 100-процентной листопадностью к концу вегетации, они имеют высокое качество волокна, значительное превышение урожая и относятся к сортам тонковолокнистого хлопчатника. По каждому из сортов имеется около 5000 отборов для семенного питомника элиты.

Ускоренное семеноводство по полученным сортам значительно облегчается характерной особенностью - почти полной естественной листопадностью к концу вегетации. Кроме того, песочный цвет волокна фенотипически четко фиксируемый человеком, также облегчает процесс семеноводства. Сорта имеют отдельные растения с высыхающей апикальной (верхушечной) частью стебля. Это позволяет надеяться, что в результате дальнейшей семеноводческой работы из него могут быть получены «самочеканящиеся» селекционные формы, для которых не потребуется прищипки, и вегетация куста будет прекращаться сама по себе к концу сезона.

Мы считаем, что с передачей этих сортов в производство будет решена проблема экологически чистого хлопководства. Это принципиальное решение вопросов выживаемости человека в регионе хлопкосеяния, и умалить значение генетико-селекционной работы этого направления нельзя. С полным основанием можно констатировать становление качественно нового отечественного листопадного хлопководства. Это – конкретная мера реализации внутренних резервов хлопководства, качественно новая ступень интенсификации отечественного хлопководства в целом и настоящее единение фундаментальных открытий с широкой сельскохозяйственной практикой народно-хозяйственного значения.

В современных условиях районы хлопководства самые вредоносные, и отдаленные последствия отравления человеческой популяции нитратами и нитритами, огромным количеством тотальных ядов гербицидно-пестицидной природы, в том числе мутагенного действия, непредсказуемы. Массовым бедствием является значительное падение плодородия почв, расход гумуса, последовательное накопление самых различных гербицидов, пестицидов, алломонов, биомонов, экомонов, арестантов, кайромонов, симномонов, телергонов, ювеноидов, ретардантов, фумигантов, феромонов, антигельминтиков, репеллентов, регуляторов роста, аттрактантов, антифиндантов, дефолиантов, десикантов в растениеводстве, особенно в хлопководстве, непрерывно возрастает. Исчезает биофауна, дождевые черви стали редкостью в почве; резко сокращаются микроорганизмы ризосферы и микрофлоры, почва из живой системы «живого тела» превращается в мертвую. И совершенно ясно, что конец плодородия почвы и конец сельскохозяйственного производства означает

Трудно представить, что будет после массового отравления почв химическими веществами, которые применяются, в огромных количествах, к тому же обладают генетическим мутационным эффектом. Стойкие ядохимикаты, включаясь в биологический

круговорот веществ, накапливаются в пищевых продуктах, тканях человека, вызывая отравления и раковые заболевания.

Внедрение в производство сортов с ранней естественной листопадностью, с одной стороны, предупредит излишнее загрязнение зоны хлопкосеяния, с другой – повысит рентабельность хлопководства и сортность хлопка-сырца, что в свою очередь улучшит качество изделий из хлопкового волокна. Кроме того, на несколько процентов увеличится масличность семян, хлопковое масло станет чистым пищевым продуктом, а хлопководство будет экологически чистой отраслью, безвредной для человека.

Список литературы

1. Биоразнообразие и способы его оценки: учеб. пособие / В.В. Корунчикова и др. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 16-19.
2. Смирнов К.В., Матвеева Т.В., Лутова Л.А. Генная инженерия хлопчатника: современное состояние и перспективы // Биотехнология и селекция растений. – 2022. – № 5 (2). – С. 25-37. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-2-05>.
3. Вавилов И.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Избранные произведения. Генетика и селекция. – М.: Колос, 1956. – С. 57-101.
4. Конопля С.П. Ранняя естественная листопадность хлопчатника, и ее генетическая характеристика // Генетика. – 1983. – № 10. – С. 1706-1713.
5. Фурсов В.Н. Экспериментальный мутагенез и создание исходного селекционного листопада у тонковолокнистого хлопчатника. – Ашхабад; Ылым, 1981. – 260 с.
6. Баймурадов Ш.К., Фурсов Н.В., Рахманов Б.Р. Линии хлопчатника с естественным листопадом // Сельское хозяйство Туркменистана. – 1986. – № 7. – С. 20-21.

<https://doi.org/10.26898/2026-32>
УДК 633.853.49:633.853.483

ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Полякова Р.С., с.н.с.,

Кузнецова Г.Н., канд. с.-х. наук, в.н.с.

Сибирская опытная станция – филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур»,
Омская область, г. Исилькуль, Россия
e-mail: polyakova.raie@yandex.ru; kuznetsovagalina1964@mail.ru

Аннотация. Опыт по изучению продуктивности капустных культур проводился в 2024 и 2025 гг. в селекционно-семеноводческом севообороте СОС – филиала ВНИИМК (г. Исилькуль, Омская область). Цель – дать сравнительную характеристику капустных культур по основным полезным признакам и определить их продуктивность в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Объектом исследований послужили масличные капустные культуры: рапс, сурепица, горчица и рыжик. В результате проведенного опыта в годы испытания выявлена средняя урожайность рапса 2,55–3,06 т/га, горчицы сарептской - 1,75–1,83 т/га, сурепицы - 1,52–1,55 т/га, горчицы белой - 1,97–2,08 т/га и рыжика - 1,62–1,93 т/га. Из капустных культур по продуктивности семян выделился рапс яровой, с высокими показателями отмечены сорта Юбилейный 23, 55 регион, Яркий и Герос.

Ключевые слова: капустные культуры, продуктивность, основные показатели, потенциал сортов, южная лесостепь

Введение. Современный курс рационализации использования природных ресурсов предполагает расширение спектра масличных растений, способных обеспечивать высокие урожаи маслосемян. Основная роль в наращивании объемов производства маслосемян отводится традиционно возделываемым капустным культурам: рапсу, горчице и сурепице [1].

Посевной рыжик – перспективная и высоко маржинальная масличная культура, особенно это касается продуктов переработки. Это неприхотливая масличная культура, которая может расти практически везде, кроме болотистых почв. Кроме того, рыжик в сравнении с рапсом и сурепицей в меньшей степени поражается вредителями, что позволяет удешевить затраты на инсектициды. Благодаря своей неприхотливости и скороспелости, высокой и стабильной урожайности, а также многогранным возможностями использования сегодня рыжик стал объектом пристального внимания аграриев – как ученых, так и практиков [2]. На урожайность семян рапса и другие капустные культуры, кроме агрономических методов возделывания, большое влияние оказывают местоположение, тип почвы, климатические условия. При этом правильно подобранный сорт является одним из основных факторов увеличения продуктивности культуры [3, 4].

На полях Сибирской опытной станции (СОС – филиал ВНИИМК) ежегодно проводится сортоиспытание капустных культур, где изучаются сорта различного эколого-географического происхождения и сибирской селекции с целью получения новых данных и обновления информации [5].

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению продуктивности капустных культур проводились на районированных отечественных сортах селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК: рапс – Гранит, 55 регион, Сибиряк 60, Амулет, Баланс, Эребус, Форпост КЛ, и новый сорт Юбилейный 23, который проходит Государственное сортоиспытание с 2024 года; сурепица – Грация; горчица: Валента, Бэлла, рыжик яровой – Омич, Кристалл, Крепыш; представлен селекционный материал НПССС ООО «Сибирские масло-семена»: рапс – Яркий, сурепица – Алена, горчица Первотаровская, Светланка, а так же сорта рапса ярового зарубежной селекции Герос (USA) и Абилити (Германия), которые рекомендованы для возделывания в Западной Сибири. В полевых условиях проводились фенологические наблюдения и учёт, а в лабораторных – учёт урожая и биохимические анализы.

Результаты и их обсуждение. Урожайность рапса по сортам в годы исследования составила 2,55–3,06 т/га. Основные показатели – урожайность, масличность семян и сбор масла в целом отражают продуктивность культуры и сорта. Показатели урожайности семян рапса, несмотря на благоприятные условия для рапса в годы исследования значительно менялись по годам и сортам. Наибольшие данные по этому признаку – 3,63 т/га получены у сорта 55 регион в 2025 году, а минимальные – 2,10 т/га у сорта Эребус в 2024 г. Более высокие показатели по урожайности семян отмечены в 2025 году в сортах: Юбилейный 23 (3,55 т/га), 55 регион (3,63 т/га), Яркий (3,51 т/га), Баланс (3,30 т/га), Эребус (3,57 т/га) и Герос (3,26 т/га).

В среднем по годам масличность семян рапса ярового изменялась от 47,4 % (Форпост КЛ) до 51,5 % (Юбилейный 23) и зависела не только от сорта, но и от условий года. В 2024 г. этот показатель по сортам составил 48,5–52,7 %, а в 2025 г. – 46,3–50,2 %, где снижение масличности семян в сравнении с 2024 годом составило 2,2–2,5 %.

Высокие показатели продуктивности семян: урожайность, масличность и сбор масла в период испытаний получены в сортах Юбилейный 23 (3,06 т/га; 51,5 % и 1669 кг/га) 55 регион (2,98 т/га; 51,5 % и 1371 кг/га), Яркий (2,93 т/га, 50,8 % и 1340 кг/га) и Герос (3,26 т/га; 50,1 % и 1294 кг/га) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика сортов рапса ярового по основным хозяйственно ценным признакам, 2024-2025 гг.

Сорт	Урожайность семян, т/га		Среднее	Масличность семян, %		Среднее	Сбор масла, кг/га	Вегетационный период, сутки
	2024 г.	2025 г.		2024 г.	2025 г.			
Юбилейный 23	2,57	3,55	3,06	52,7	50,2	51,5	1669	93
Гранит	2,22	2,88	2,55	50,6	48,9	49,8	1143	89
55регион	2,33	3,63	2,98	52,2	50,0	51,1	1371	94
Сибиряк 60	2,41	3,14	2,78	50,2	49,4	49,8	1246	91
Яркий	2,34	3,51	2,93	51,4	50,2	50,8	1340	93
Амулет	2,21	3,11	2,66	51,4	49,9	50,7	1214	84
Баланс	2,39	3,30	2,85	50,2	49,7	49,9	1279	86
Эребус	2,10	3,57	2,84	48,9	47,5	48,2	1232	84
Форпост КЛ	2,49	3,20	2,85	48,5	46,3	47,4	1216	89
Герос	2,48	3,26	2,87	50,2	49,9	50,1	1294	89
Абилити	2,44	3,09	2,77	49,6	49,5	49,6	1237	89
НСР _{0,5}	0,16	0,19	-	0,62	0,73	-	120	1,77

Немаловажными признаками для характеристики сорта является вегетационный период, у рапса в среднем он составил 84–93 суток, масса семян и высота растений. Масса 1000 семян в годы исследования была минимальной (3,6 г) у сорта Герос, а по крупности выделились сорта Юбилейный 23 (4,3 г) и Яркий (4,2 г). В годы с высокой влагообеспеченностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири высота растений может достигать до 150 см. Высота растений высокорослых сортов Юбилейный 23, 55 регион, Яркий, Эребус в среднем за два года испытания составила 128–135 см, а у низкорослых Абилити, Форпост КЛ, Амулет была на уровне 115–119 см.

В условиях Западной Сибири потенциал урожайности скороспелых капустных культур, таких как сурепица и рыжик уступает рапсу и горчице. Так, средняя урожайность сурепицы в годы исследования составила 1,55–1,52 т/га, у рыжика - 1,62–1,93 т/га, при этом в 2025 году наблюдалось значительное снижение урожайности у сорта Грация, а у рыжика по всем сортам. Сорта горчицы белой Бэлла и Светланка показали высокую урожайность семян в годы исследования. Содержание жира в семенах горчицы сарептской составляет 52,1–52,2 %, это позволяет увеличить сбор масла с одного гектара до 860 кг/га. Следует отметить, что в 2025 году по капустным культурам (сурепица, горчица и рыжик) наблюдалось снижение урожайности и масличности семян.

Средние показатели у сурепицы яровой по масличности семян составили 48,2–49,2 %, у рыжика ярового - 38,0–40,2 %, у горчицы белой - 31,9–32 % (табл. 2).

Сложившиеся условия 2024–2025 гг. по-разному отразились на урожайности капустных культур. Для сурепицы яровой и горчицы сарептской 2025 г. оказался менее благоприятным в сравнении с 2024 г. из-за неблагоприятных метеоусловий, которые сопровождались сильными осадками в виде дождя и града в период созревания скороспелых капустных культур (вегетационный период 72–82 суток), а для рапса ярового наоборот. Выпавшие осадки в период образования генеративных органов рапса и дополнительное образование ветвей, в дальнейшем послужили увеличению урожайности семян. Благодаря морфологическому строению стручков горчицы белой и низкой осыпаемости условия 2024 и 2025 гг. благоприятно отразились на урожайности семян данной культуры.

Таблица 2

Характеристика сортов сурепицы, горчицы и рыжика по основным хозяйственно ценным признакам, 2024-2025 гг.

Сорт	Урожайность семян, т/га		Среднее	Масличность семян, %		Среднее	Сбор масла, кг/га	Вегетаци- онный период, сутки
	2024 г.	2025 г.		2024 г.	2025 г.			
Сурепица								
Грация	1,70	1,40	1,55	48,2	48,1	48,2	672	76
Алёна	1,48	1,55	1,52	49,9	48,5	49,2	673	74
Горчица								
Валента	1,98	1,68	1,83	53,2	51,2	52,2	860	87
Первотаровская	1,85	1,64	1,75	52,9	51,3	52,1	821	88
Бэлла	1,87	2,06	1,97	32,3	31,4	31,9	566	71
Светланка	1,82	2,34	2,08	32,4	31,6	32,0	599	74
Рыжик								
Омич	1,80	1,43	1,62	38,5	37,5	38,0	536	77
Кристалл	1,95	1,51	1,73	41,4	38,9	40,2	605	75
Крепыш*	2,20	1,66	1,93	39,1	39,0	39,1	679	76
НСР _{0,5}	0,17	0,22	-	-	-	-	-	-

Выводы. В результате исследований установлено, что средняя урожайность в годы изучения у рапса составила 2,55–3,06 т/га, у горчицы сарептской - 1,75–1,83 т/га, у сурепицы - 1,52–1,55 т/га, у горчицы белой - 1,97–2,08 т/га и у рыжика - 1,62–1,93 т/га.

По продуктивности семян рапса ярового благодаря высокой урожайности и содержанию масла в семенах в период испытаний выделились сорта Юбилейный 23, 55 регион, Яркий и Герос. Для сурепицы яровой и горчицы сарептской 2025 год оказался менее благоприятным для роста и развития культуры в сравнении с 2024 годом. Условия 2024 и 2025 гг. благоприятно отразились на урожайности семян горчицы белой.

Список литературы

1. Кшникаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П. Агроэкологическое изучение масличных культур семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья [Электронный ресурс]. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/agroekologicheskoe-izuchenie-maslichnyh-kultur-semeystva-brassicaceae-v-usloviyah-srednego-povolzhya.pdf.
2. Гулидова В.А. Изучение элементов технологии ярового рыжика в лесостепи Центрального Черноземья // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 02 (205). – С. 33–40. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-205-02-33-40.
3. Зубкова Т.В. Результаты агроэкологического испытания сортов ярового рапса в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона и анализ качества масла, полученного из его семян // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 1. – С. 69–75. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-69-75.
4. Зубкова Т.В. Формирование высокопродуктивных посевов ярового рапса в зависимости от основных агроприемов возделывания в условиях лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Орел, 2013. - 21 с.
5. Полякова Р.С. Кузнецова Г.Н. Сортоиспытание капустных культур в условиях Западной Сибири // Актуальные направления развития аграрной науки: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию со дня основания селекционного центра ФГБНУ «Омский АНЦ», 95-летней годовщине со дня рождения доктора с.-х. наук, профессора, члена-корреспондента РАСХН Азиева Камиля Галиевича, 60-летию со дня основания Омского экспериментального завода – филиал ФГБНУ «Омский АНЦ». - Омск, 2025. - С. 337–343.

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ СОИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Потапов Д.А.¹, канд. с.-х. наук, в.н.с.,

Полюдина Р.И.¹, д-р с.-х. наук, г.н.с.,

Перфильев Р.Н.², м.н.с.,

Салина Е.А.², д-р биол. наук, чл.-кор. РАН,

Кашеваров Н.И.¹, д-р с.-х. наук, акад. РАН

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»,

Новосибирск, Россия

e-mail: potapov.dmytry@yandex.ru

Аннотация. Для отбора и создания селекционных линий сои, адаптированных к условиям Западной Сибири, собрано и проведено изучение рабочей коллекции из 185 сортообразцов различного эколого-географического происхождения. Коллекция изучалась по основным морфобиологическим и хозяйственным признакам и свойствам в течение трех лет. Генотип растений оценивался по генам E1–E4, которые участвуют в процессе регуляции продолжительности вегетационного периода. По результатам анализа выбраны наиболее перспективные образцы и проведена их гибридизация, с целью получения раннеспелых и высокобелковых форм. Размножение образцов в теплице и на поле, контроль передачи целевых генов с использованием молекулярных маркеров позволило за четыре года отобрать скороспелый, стабильный, высокопродуктивный материал с высоким содержанием белка в зерне для создания сортов пригодных для возделывания в суровых условиях Западной Сибири. Проводится последующее испытание селекционного материала в КСИ. По результатам селекционной и генетической оценки рабочей коллекции в 2024 г. СФНЦА РАН совместно с ИЦиГ СО РАН передали новый сорт сои зернового использования Радуга.

Ключевые слова: селекция, сорт, соя, гены E1–E4, время цветения, содержание белка

Расширение ареала возделывания сои в северные регионы обусловлено достижениями селекции, связанными главным образом с уменьшением чувствительности сои к продолжительности светового дня. Считается, что серия генов E1–E11 отвечает за фотопериодическую реакцию и переход растения к процессам цветения и созревания [1–5]. Наибольший вклад в длину вегетационного периода вносят гены E1–E4, которые непосредственно вовлечены в регуляцию как самого процесса цветения, так и следующего за ним процесса созревания под действием фотопериода [6]. Различные комбинации аллелей этих генов объясняют более 60% вариаций в длине вегетационного периода у сортов сои [7].

Для изучения и отбора перспективных селекционных образцов и доноров генов раннеспелости создана рабочая коллекция сои из 185 сортообразцов различного эколого-географического происхождения (образцы коллекции ВИР, учреждений-оригинаторов и собственный селекционный материал, созданный с использованием методов гибридизации, мутагенеза и индивидуального отбора). В течение 2021–2023 гг. проведена оценка коллекции по основным морфобиологическим и хозяйственным признакам и свойствам. Суммарно каждый год оценивалось более 18 000 растений по комплексу фенотипических признаков, включая содержание белка и продолжительность различных фаз развития растений. Параллельно проводился анализ распределения аллельных вариантов генов E1, E2, E3, E4 с использованием панели маркеров, предложенной нами ранее [8]. В результате были

выделены скороспелые образцы с высокими показателями семенной продуктивности до 65 г/раст., высотой прикрепления нижнего боба до 23 см, содержание белка в зерне до 43%, и с набором рецессивных аллелей генов E1-E4, обеспечивающих им успешное созревание в условиях Западной Сибири.

В условиях тепличного комплекса отобранный материал ежегодно включается в скрещивание. В скрещивания вовлекаются раннеспелые образцы с высоким содержанием белка и семенной продуктивностью. Всего проведено 17 различных комбинаций скрещиваний. Наиболее удачными среди них оказались комбинации: Кружевница × Сирелия и Янкан × Кассиди. Результаты изучения этого перспективного селекционного материала F₆ в питомниках конкурного сортоиспытания на полях Центральной экспериментальной базы СФНЦА РАН показали, что лучшие формы достоверно превосходили стандартный сорт СибНИИК 315 по урожайности семян на 19%, сбору белка на 26%, высоте прикрепления нижнего боба на 76% (см. таблицу).

Результаты изучения сортообразцов сои в конкурсном сортоиспытании 2025 г.

Образец	Исходный материал	Урожайность зерна, ц/га	Сбор белка, ц/га	Всходы – созревание, дни	Содержание белка в семенах, %	Высота прикрепления нижнего боба, см
СибНИИК 315	Стандарт	28,5	11,3	89	39,7	12,5
СНК 146	СибНИИК 315 × FiskebiV	32,4	13,0	93	40,1	14,8
СНК 8	R8	31,4	12,6	88	40,1	15,1
СНК 673	№ 673	29,7	11,9	88	40,1	12,9
СНК 241	Кружевница × Сирелия	33,2	13,5	110	40,7	16,0
СНК 264	Янкан × Кассиди	33,8	14,1	106	41,8	14,7
СНК 266	Янкан × Кассиди	30,7	13,1	112	42,8	9,0
СНК 279	Янкан × Кассиди	32,7	13,7	112	42,0	13,9
СНК 302	Янкан × Кассиди	27,1	11,4	114	41,9	13,9
СНК 256	Янкан × Кассиди	29,2	12,4	107	42,5	11,9
СНК 258	Янкан × Кассиди	29,6	12,4	105	41,9	9,6
СНК 256/1	Янкан × Кассиди	33,9	14,2	105	42,0	14,5
СНК 343	Инд. отб. № 50	28,0	11,2	87	40,1	18,4
СНК 365	Инд. отб. № 84	30,5	12,4	89	39,2	22,0
СНК 408	Инд. отб. № 158	32,3	12,4	85	38,5	16,3

В 2024 г. СФНЦА РАН совместно с ИЦиГ СО РАН на государственное сортоиспытание передан новый сорт сои зернового использования Радуга, селекционный номер 146 (см. рисунок). Заявка на выдачу патента на сорт сои Радуга № 92430 от 03.12.2024. Заявка на допуск к использованию сорта сои Радуга № 22128 от 12.03.2025. Основным методом его создания был использован индивидуальный отбор из гибридной популяции СибНИИК 315 × Fiskebi V. Урожайность зерна этого сорта за годы исследований в конкурсном сортоиспытании варьировала от 18,7 до 28,3 ц/га и в среднем составила 23,6 ц/га, что на 13% превышало стандартную. В 2025 г. сорт Радуга (СНК 146) сформировал 32,4 ц/га зерна, превысив стандарт на 14% (см. таблицу). Этот сорт отличается более высоким заложением нижнего боба 14,4 см в сравнении со стандартом СибНИИК 315 (12,5 см). Продолжительность вегетационного периода варьировала в пределах 103-105 дней, со средним значением 104 дня.



Растение сорта сои Радуга (CHK-146) в фазе созревания

В результате изучения образцов сои выделен скороспелый, высокопродуктивный материал с высоким содержанием белка в зерне, для создания сортов пригодных для возделывания в суровых условиях Западной Сибири.

Работа выполнена в рамках проекта РФФ № 21-76-30003-П.

Список литературы

1. Jia H., Jiang B., Wu C., Lu W., Hou W. et al. Maturity group classification and maturity locus genotyping of early-maturing soybean varieties from high-latitude cold regions // PLoS One. – 2014 – Vol. 9 (4). – P. e94139. DOI 10.1371/journal.pone.0094139.
2. Tsubokura Y., Watanabe S., Xia Z., Kanamori H. et al. Natural variation in the genes responsible for maturity loci E1, E2, E3 and E4 in soybean // Ann. Bot. – 2014 – Vol. 13 (3). – P. 429-441. DOI 10.1093/aob/mct269.
3. Zhai H., Lü S., Liang S. et al. GmFT4, a homolog of FLOWERING LOCUS T, is positively regulated by E1 and functions as a flowering repressor in soybean // PLoS One. – 2014. – Vol. 9 (2). – P. e89030. DOI 10.1371/journal.pone.0089030.
4. Samanfar B., Molnar S.J., Charette M. et al. Mapping and identification of a potential candidate gene for a novel maturity locus, E10, in soybean // Theor. Appl. Genet. – 2017. – Vol. 130 (2). – P. 377-390. DOI 10.1007/s00122-016-2819-7.
5. Wang F., Nan H., Chen L. et al. A new dominant locus, E11, controls early flowering time and maturity in soybean // Mol. Breed. – 2019. – Vol. 39 (5). – P. 70. DOI 10.1007/s11032-019-0978.
6. Xu M., Xu Z., Liu B. et al. Genetic variation in four maturity genes affects photoperiod insensitivity and PHYA-regulated post-flowering responses of soybean // BMC Plant Biol. – 2013. – Vol. 13. – P. 91. DOI 10.1186/1471-2229-13-91
7. Tsubokura Y., Watanabe S., Xia Z. et al. Natural variation in the genes responsible for maturity loci E1, E2, E3 and E4 in soybean // Ann. Bot. – 2014. – Vol. 13 (3). – P. 429-441. DOI 10.1093/aob/mct269.
8. Перфильев Р.Н., Щербань А.Б., Салина Е.А. Разработка панели маркеров для генотипирования отечественных сортов сои по генам, контролирующим срок вегетации и реакцию на фотопериод // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25. – № 7. – С. 761-769. DOI 10.18699/VJ21.087.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ТАДЖИКИСТАНА

**Расулзода Б.Р¹., канд. с.-х. наук, доцент,
Набиев Т.Н²., д-р с.-х. наук, проф., акад. ТАСХН, РАСХН,
Зайнуллов Ф.Д¹., соискатель**

¹Дангаринский государственный университет, Дангара, Республика Таджикистан

²Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур,
Душанбе, Республика Таджикистан

e-mail: b.rasulov@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты полевых экспериментов по возделыванию озимой пшеницы сорта Краснодар-99 в богарных условиях Дангаринского района Республики Таджикистан. Исследовались нормы высева семян 180 и 200 кг/га и расстояние между рядами 10 и 15 см. Исследование показало, что расстояние между рядами в 10 см способствует формированию достаточного количества продуктивных стеблей (416-473 шт./м²) со средней массой зерна в колосе 1,12-1,25 г при внесении минерального азота.

Ключевые слова: пшеница, богара, Краснодар-99, масса зерна, число продуктивных стеблей, надземная биомасса

В условиях глобального изменения климата применение традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур без внедрения инновационных методов не приносит желаемого эффекта. В последние годы всё чаще наблюдаются неравномерное и несвоевременное выпадение осадков, высокие температуры в период цветения и налива зерна, колебания температурного режима, а также изменение состава воздуха вследствие пыльных бурь. Эти факторы, особенно в богарных условиях, оказывают отрицательное влияние на урожайность возделываемых культур. По данным Комитета по охране окружающей среды, в 2025 году в стране было зафиксировано 63 случая пыльных бурь, продолжавшихся по несколько дней. Источниками этих бурь являются пустыни Северной Африки и Ближнего Востока, а достигают нашей республики они вместе с циклонами.

Исследования И.А. Шаганова [7] выявили существенные недостатки традиционного подхода к внесению минеральных удобрений под зерновые культуры. В современных условиях эффективность использования азота снижается до 30-40%, при этом значительная его часть (около 30% от внесенной дозы) теряется. Наблюдается усиление полегания растений, повышение восприимчивости к болезням и ускоренная минерализация органических веществ. Автор подчеркивает, что наибольшее количество продуктов ассимиляции (53%) накапливается в фазе молочной спелости, с последующим формированием в фазе цветения (25%) и восковой спелости (17%). Ключевую роль в формировании урожая играют колос, флаговый лист и первый подфлаговый лист, на долю которых приходится соответственно 20; 45 и 25%.

Создание оптимальных условий для роста и развития растений в период вегетации является краеугольным камнем в формировании высокого урожая зерна. Современная система земледелия основывается на обеспечении экологической сбалансированности агротехнических мероприятий, направленных на защиту почвы от эрозии и загрязнения, а также на рациональное использование ресурсов [4, 6]. Другие исследователи [1, 2, 5] отмечают, что применение органических и минеральных удобрений в сочетании с глубоким рыхлением способствует повышению плодородия и улучшению структуры почв.

Полевые опыты проводились в 2023–2024 годах в богарных условиях Дангаринского района, расположенного в юго-западной части Таджикистана. Почвы опытного участка представлены тёмными сероземами с гумусным горизонтом пахотного слоя, содержащим 2,07% гумуса, 26,5 мг/кг подвижного фосфора и 286 мг/кг обменного калия.

Объектом исследования служили сорта мягкой пшеницы Краснодар-99, широко распространённые как на богарных, так и на орошаемых землях района. Варианты опыта включали три нормы высева калиброванных семян: 180 и 200 кг/га, применяемые при двух схемах посева с междурядьями 10 и 15 см. Для подкормки минеральным азотом (карбамид, 46%) использовали два варианта: внесение в сухом виде из расчёта 200 кг/га и внекорневая подкормка (водный раствор из расчёта 20 кг/га на 200 л воды) в фазах кушения и выхода растений в трубку.

Посев пшеницы проводили в начале ноября, предшественником была пшеница. Полевые опыты и статистическая обработка полученных данных осуществлялись в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [3].

Фенологические наблюдения проливают свет на ранние этапы развития пшеницы: всходы появляются во второй декаде ноября, а кушение начинается с 10 декабря. Период от всходов до их начала длится 10-12 дней. Стоит отметить, что в последние десятилетия осенние осадки задерживаются, порой выпадая в конце ноября и даже в декабре. Параллельно этому, благоприятный температурный режим с положительными температурами продолжительно сохраняется до конца декабря и середины января. В этих условиях осенние посевы пшеницы на богарных землях зачастую смещаются на более поздние сроки, однако при достаточном увлажнении почвы семена дают всходы, и растения продолжают свой рост и развитие.

Фаза кушения пшеницы перетекает в весенний период, а выход растений в трубку наблюдается в конце апреля. Таким образом, продолжительность фазы кушения превышает 50 дней, что способствует формированию оптимальной густоты продуктивного стеблестоя. Фазы колошения и цветения пшеницы, согласно проведенным экспериментам, приходятся на третью декаду мая, совпадая с периодом оптимальных температур воздуха. Полное созревание семян наступает во второй половине июня и в начале июля. Исходя из этого, вегетационный период пшеницы на богарных землях Дангаринского района составляет 160-165 дней.

Результаты полевых экспериментов (табл. 1, 2) демонстрируют, что высота продуктивного стебля у сорта Краснодар-99 достигает 74,2 см при внекорневой подкормке карбамидом. При этом наибольшая масса соломины (2,67 г) формировалась при надземной подкормке. В сравнении с контролем (без удобрений), при норме высева семян 200 кг/га и междурядье 15 см, высота продуктивной соломины увеличивается на 1,0-1,9 см, а при норме высева 180 кг/га – на 3,2-8,4 см.

Длина и масса колоса – ключевые показатели урожайности пшеницы, подвержены значительной изменчивости под влиянием густоты стеблестоя. Внекорневая подкормка существенно увеличила массу колоса по сравнению с контрольным вариантом и вариантом с надземной подкормкой. При норме высева семян 200 кг/га масса колоса в богарных условиях Дангаринского района достигает 1,65-1,71 г, что на 0,35-0,44 г больше, чем в контроле.

Число зерен в колосе также возрастает при использовании минерального азота, как при внекорневой, так и при надземной подкормке. При норме высева семян 180 кг/га этот показатель составляет в среднем 30-34,5 зерен в колосе, а разница с контрольным вариантом достигает 2-5 зерен. Масса зерна в колосе также значительно варьирует под влиянием густоты стояния растений и минерального азота. При наиболее широком расстоянии между рядками (15 см) наибольшая масса зерна в колосе составляет в среднем 1,23 г (надземная подкормка), тогда как при расстоянии 10 см она достигает 1,25 г (внекорневая подкормка), что свидетельствует о положительном эффекте обоих методов.

Таблица 1

Элементы продуктивности растений у сорта пшеницы Краснодар-99 в богарных условиях при норме высева 200 кг/га

Варианты удобрений	Высота стебля, см	Масса соломины, г	Длина колоса, см	Масса колоса, г	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерно, г/колос
Расстояние между рядков 15 см						
Внекорневая подкормка	71,7±4,3	2,53±0,7	8,2±1,2	1,65±0,5	34,0±8,2	1,19±0,4
Надземная подкормка	70,8±5,7	2,67±0,6	8,2±1,3	1,60±0,4	35,9±6,5	1,23±0,3
Контроль (без удобрений)	69,8±4,8	1,81±0,7	7,8±1,1	1,21±0,3	30,8±6,9	0,85±0,3
Разница от контроля (±)						
Внекорневая	1,9	0,7	0,4	0,44	3,2	0,3
Надземная	1,0	0,8	0,4	0,39	5,1	0,4
Расстояние между рядков 10 см						
Внекорневая подкормка	71,7±4,3	2,61±0,7	8,1±0,9	1,71±0,5	34,5±7,9	1,25±0,4
Надземная подкормка	70,2±5,9	2,50±0,8	8,3±1,3	1,54±0,4	35,4±6,9	1,18±0,4
Контроль (без удобрений)	70,0±4,2	2,20±0,6	8,1±1,2	1,37±0,4	32,3±6,9	0,94±0,3
Разница от контроля (±)						
Внекорневая	1,7	0,41	0,0	0,35	2,2	0,31
Надземная	0,2	0,30	0,2	0,17	3,1	0,24

В ходе полевых экспериментов снижение нормы высева семян до 180 кг/га привело к заметным изменениям в показателях урожайности пшеницы сорта Краснодар-99. Стоит отметить, что общая закономерность и эффективность минерального азота по сравнению с контрольным вариантом сохранились. Различия между двумя вариантами применения минерального азота также проявились по всем параметрам. Высокая изменчивость отмечена в отношении высоты продуктивного стебля и его массы, а также массы колоса и числа зерен в колосе.

Надземная биомасса растений – величина изменчивая, чутко реагирующая на густоту посева и ширину междурядий. Уменьшение нормы высева семян неизбежно ведет к снижению общего формирования биомассы, что наглядно иллюстрирует рис. 1. При всех схемах подкормки явное преимущество в биомассе растений наблюдается при междурядьях шириной 10 см, значительно опережая вариант с 15-сантиметровыми междурядьями. Среди исследованных типов удобрений внекорневая подкормка продемонстрировала свое превосходство как над обычной подкормкой, так и над контролем по данному показателю.

Густота посева также оказала существенное влияние на формирование продуктивных стеблей на единицу площади (рис. 2). Наибольшее число продуктивных стеблей (473 шт./м²) было образовано при норме высева семян 200 кг/га, что на 42-57 шт. больше, чем в других вариантах. В этом аспекте схема с междурядьями 10 см при нормах высева 180 и 200 кг/га превзошла другие варианты посева.

Таким образом, результаты полевых экспериментов свидетельствуют, что в богарных условиях оптимальной шириной междурядий для пшеницы является расстояние 10 см, способствующее формированию 416-473 продуктивных стеблей на квадратный метр. Дружное появление всходов при соблюдении технологии посева и глубины заделки семян, в сочетании с внекорневой подкормкой азотным удобрением в период кущения и выхода в трубку, обеспечивает формирование колоса с достаточным количеством семян для получения высокого урожая пшеницы.

Таблица 2

**Элементы продуктивности растений у сорта пшеницы Краснодар-99
в богарных условиях при норме высева 180 кг/га**

Варианты удобрений	Высота стебля, см	Масса соломины, г	Длина колоса, см	Масса колоса, г	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерно, г/колос
Расстояние между рядков 15 см						
Внекорневая подкормка	74,2±4,8	2,26±0,4	8,4±0,9	1,37±0,3	35,3±6,1	1,05±0,3
Надземная подкормка	69,0±7,8	2,41±0,6	8,3±1,1	1,41±0,4	36,4±9,3	1,23±0,4
Контроль (без удобрений)	65,8±4,6	2,13±0,6	7,5±1,2	1,35±0,4	31,6±7,4	1,00±0,3
Разница от контроля (±)						
Внекорневая	8,4	0,1	1,0	0,02	3,7	0,05
Надземная	3,2	0,3	0,8	0,06	4,8	0,23
Расстояние между рядков 10 см						
Внекорневая подкормка	70,8±4,1	2,51±0,6	8,3±1,1	1,60±0,4	37,8±7,7	1,19±0,3
Надземная подкормка	71,3±3,8	2,63±0,5	8,3±0,9	1,48±0,3	35,4±6,4	1,12±0,3
Контроль (без удобрений)	63,9±4,9	2,01±0,4	8,2±1,0	1,36±0,3	30,6±8,7	0,99±0,3
Разница от контроля (±)						
Внекорневая	6,9	0,5	0,1	0,12	7,2	0,20
Надземная	7,4	0,62	0,1	0,24	4,8	0,13

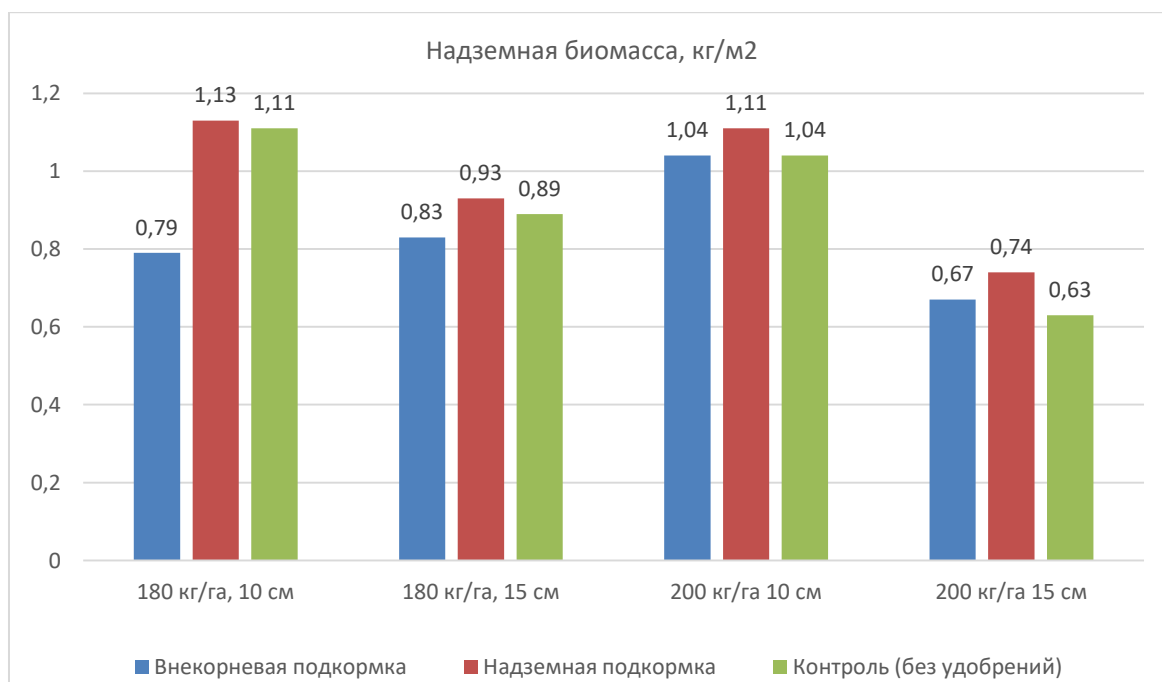


Рис. 1. Формирование надземной биомассы растений пшеницы при обычной и внекорневой подкормке азотным удобрением

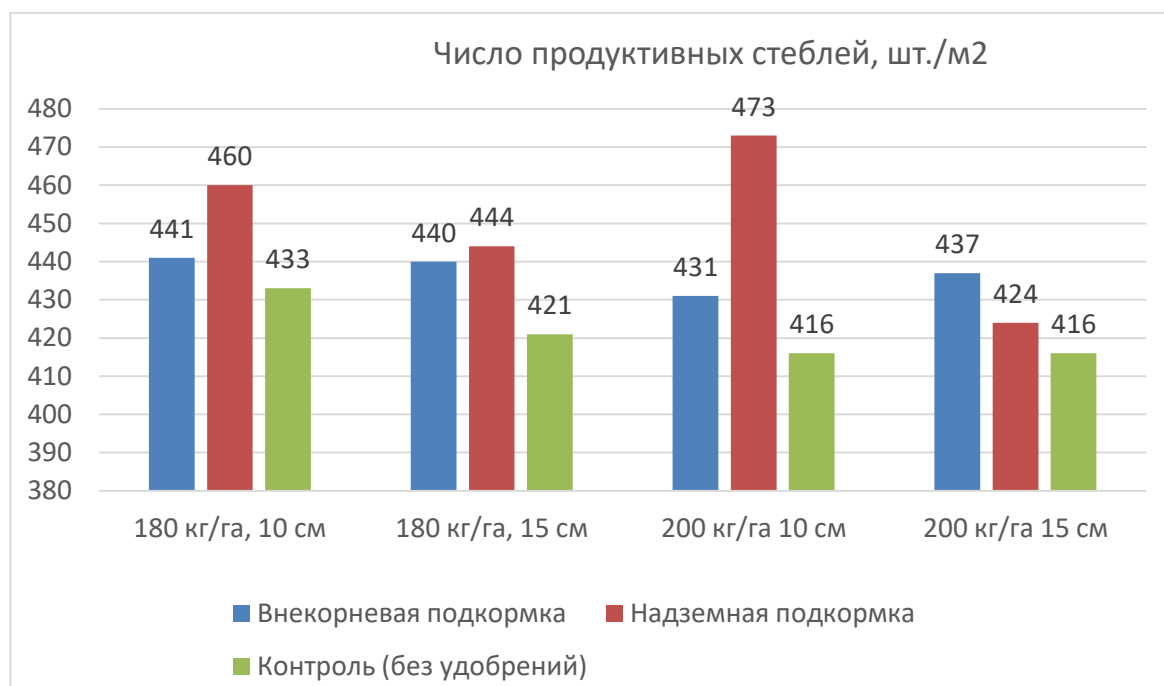


Рис. 2. Формирование числа продуктивных стеблей пшеницы при обычной и внекорневой подкормке азотным удобрением

Список литературы

1. Власова О.И., Передериева В.М., Иващенко А.В. Способ обработки почвы как фактор регулирования потенциальной и реальной засорённости пшеничного агроценоза на светло-каштановых почвах // Вестник государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2009. – № 3 (16). – С. 32–35.
2. Жидков В.М., Плескачёв Ю.Н. Возможность использования минимальных обработок при выращивании кукурузы на зерно // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 1. – С. 11–14.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Зволинский В.П. Особенности возделывания зерновых культур в условиях засухи // Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия / сост. и ред.: В.П. Зволинский, Н.В. Тютюма, Р.К. Туз. – М., 2012. – 374 с.
5. Егорова Г.С., Плескачёв Ю.Н., Шиянов К.В. Засорённость зерновых культур на светлокаштановых почвах Нижнего Поволжья. – Волгоград, 2011. – 126 с.
6. Овчинников А.С., Борисенко И.Б., Плескачёв Ю.Н. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур при возделывании их с применением инновационных технологий. – Волгоград, 2011. – 145 с.
7. Шаганов И.А. Практические рекомендации по освоению интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: Равноденствие, 2008. – 180 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА СКОРОСПЕЛОСТЬ

Салина Е.А., д-р биол. наук, чл.-кор. РАН,

Стасюк А.И., м.н.с.,

Киселева А.А., канд. биол. наук, с.н.с.,

Леонова И.Н., д-р биол. наук, в.н.с.

Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»,
Новосибирск, Россия
e-mail: salina@bionet.nsc.ru

Аннотация. Урожайность сельскохозяйственных культур и их адаптивный потенциал к различным условиям среды во многом определяется аллельным разнообразием генов, регулирующих продолжительность основных стадий развития, из которых наиболее критическими являются переход от вегетативной стадии к цветению и от цветения к созреванию. У яровой мягкой пшеницы выявлен целый ряд генов, влияющих на сроки колошения, из которых наибольшее значение отводится генам реакции на яровизацию (*Vrn*), а также генами *Ppd*, определяющими чувствительность к фотопериоду. Различное сочетание аллелей этих генов определяет различные сроки колошения и созревания. Проведена оценка возможности использования методов маркер-ориентированной селекции и геномного редактирования для создания более скороспелых генотипов яровой мягкой пшеницы. Показано, что введение в сорта/линии аллелей *Vrn-B3a* и *Ppd-D1a* позволяет сократить сроки колошения до 5 дней. Аналогичный эффект достигается при геномном редактировании гена *Ppd-D1*, в результате которого происходит делеция в промоторном участке гена (в процессе эволюции это привело к появлению аллеля *Ppd-D1a*).

Ключевые слова: пшеница, скороспелость, *Vrn-1*, *Vrn-B3*, *Ppd-D1*, маркер-ориентированная селекция, геномное редактирование

В последние годы для ускорения создания сортов мягкой пшеницы с требуемыми характеристиками наиболее широко применяются различные генетические технологии, обеспечивающие целенаправленный подбор родительских пар для скрещивания. Ускорение процесса селекции стало возможным за счет более эффективного отбора с привлечением молекулярных маркеров, а также с увеличением числа репродукций в искусственных условиях контролируемого выращивания. В настоящее время используются или активно обсуждаются такие генетические технологии как маркер-ориентированная селекция (МОС), геномная селекция и геномное редактирование.

Создание сортов пшеницы различных групп спелости позволяет широко адаптировать генотипы к разнообразным климатическим регионам России. В этом вопросе на помощь могут прийти генетические технологии, базирующиеся на знаниях об аллельном разнообразии генов, регулирующих продолжительность основных стадий развития. Наиболее критическим этапом является переход от вегетативной стадии к цветению и от цветения к созреванию. У яровой мягкой пшеницы сроки колошения контролируются генами реакции на яровизацию (*Vrn*), а также генами *Ppd*, определяющими чувствительность к фотопериоду. Различное сочетание аллелей этих генов определяет различные сроки колошения и созревания. Кроме того, в последние годы, в том числе благодаря использованию методов полногеномного анализа ассоциаций, выделен ряд других генов, которые также принимают активное участие в контроле продолжительности вегетационного периода (http://wheatheadingtime.tilda.ws/ht_genes). Целью настоящего исследования являлся

отбор индивидуальных генов или комбинаций генов, приводящих к более раннему созреванию, и использование их в маркер-ориентированной селекции при создании более скороспелых генотипов.

Коммерческий раннеспелый сорт яровой мягкой пшеницы Тулун 15, несущий аллель нечувствительности к фотопериоду *Ppd-D1a*, а также аллели генов *Vrn* – *Vrn-A1a*, *Vrn-B1c* и *Vrn-B3a*, определяющие ранние сроки колошения, скрещивали с коммерческим сортом яровой мягкой пшеницы Обская 2, который отличался от Тулун 15 только по аллелям генов *Vrn-B3* и *Ppd-D1* (см. таблицу). Растения поколения F1 самоопыляли, из поколения F2 с помощью разработанных ранее ПЦР-маркеров [1-5] отбирали растения, содержащие различные аллели *Vrn-B3* и *Ppd-D1* в гомозиготном состоянии. Сроки колошения оценивали у поколения F3, полученного после самоопыления растений F2, в полевых условиях Новосибирской области. Результаты работы представлены на рис. 1.

Аллели генов *Vrn-1*, *Vrn-B3* и *Ppd-1* у сортов Тулун 15 и Обская 2 и групп растений поколения F3 от их скрещивания

Аллельный состав гаплотипов	Количество растений в анализе
1. <i>Ppd-D1a</i> , <i>Vrn-A1a</i> , <i>Vrn-B1c</i> , <i>vrn-D1</i> , <i>Vrn-B3a</i>	456
2. <i>Ppd-D1a</i> , <i>Vrn-A1a</i> , <i>Vrn-B1c</i> , <i>vrn-D1</i> , <i>vrn-B3</i>	238
3. <i>Ppd-D1b</i> , <i>Vrn-A1a</i> , <i>Vrn-B1c</i> , <i>vrn-D1</i> , <i>Vrn-B3a</i>	340
4. <i>Ppd-D1b</i> , <i>Vrn-A1a</i> , <i>Vrn-B1c</i> , <i>vrn-D1</i> , <i>vrn-B3</i>	265
Обская 2 - <i>Ppd-D1b</i> , <i>Vrn-A1a</i> , <i>Vrn-B1c</i> , <i>vrn-D1</i> , <i>vrn-B3</i>	80
Тулун 15 - <i>Ppd-D1a</i> , <i>Vrn-A1a</i> , <i>Vrn-B1c</i> , <i>vrn-D1</i> , <i>Vrn-B3a</i>	40

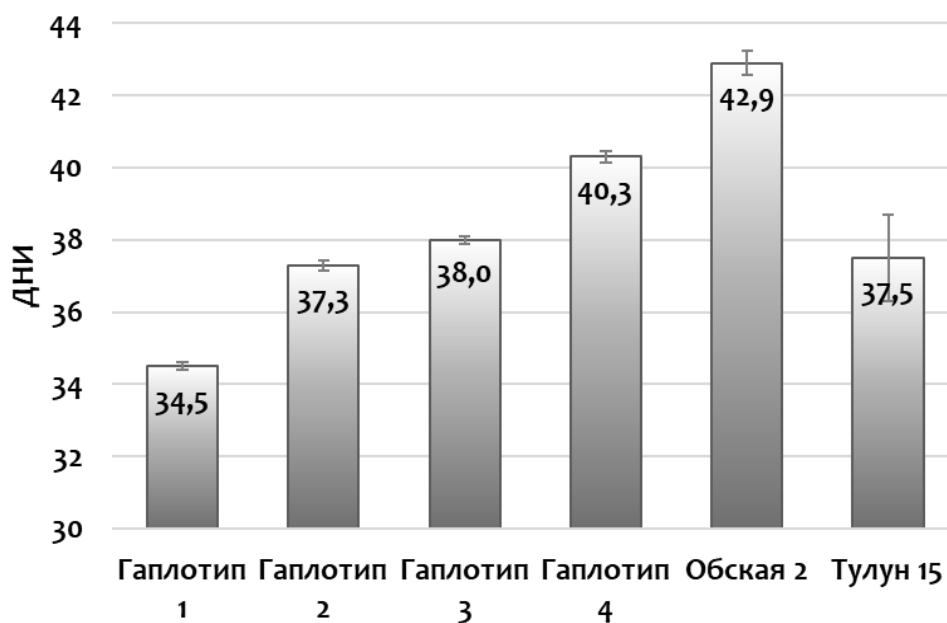


Рис. 1. Сроки колошения у растений поколения F3 от скрещивания Обская 2 x Тулун 15, различающихся по комбинации аллелей генов *Vrn-B3* и *Ppd-D1*

Таким образом, при одинаковом аллельном составе генов *Vrn-1* (*Vrn-A1a*, *Vrn-B1c*, *vrn-D1*) колошение наступает раньше у растений, несущих аллели *Vrn-B3a* и *Ppd-D1a*. Сочетание этих аллелей приводило к колошению на 5.5 дня раньше по сравнению с сочетанием рецессивных аллелей этих генов.

Частота встречаемости аллелей *Vrn-B3a* и *Ppd-D1a* в яровых сортах Уральского и Сибирских регионов очень низкая. Из 97 изученных яровых сортов аллель *Ppd-D1a* был выявлен только у одного сорта, *Vrn-B3a* – у двух сортов, а сочетание аллелей *Vrn-B3a* и *Ppd-D1a* обнаружено только у сорта Тулун 15 [6, 7].

Для расширения пула скороспелых сортов, несущих аллели раннего колошения, было проведено скрещивания сортов Зауральская волна, Старт, и Любава 5_б/о с сортом Тулун 15 и маркер-ориентированный отбор растений F2 поколения, несущих гаплотип *Vrn-B3a/Ppd-D1a*. Дальнейшее размножение и отбор потомства показали, что срок колошения удалось сократить у отобранных линий на 3-5 дней, относительно исходных материнских сортов. В настоящий момент созданные линии переданы для завершения селекционного процесса в Кургансемена.

Влияние гена *Ppd-D1* на сроки колошения было проверено более прицельно, а именно, с помощью мутации промоторного района этого гена методом геномного редактирования. *Ppd-D1a* появился в процессе эволюции за счет крупной делеции в промоторной области *Ppd-D1* гена дикого типа [4]. Методом CRISPR/Cas9 получена коллекции линий с различными мутациями в области гена *Ppd-D1* [8]. Показано, что делеции в промоторной области гена *Ppd-D1* (аналогично как у *Ppd-D1a*) приводят к сокращению времени колошения (рис. 2).

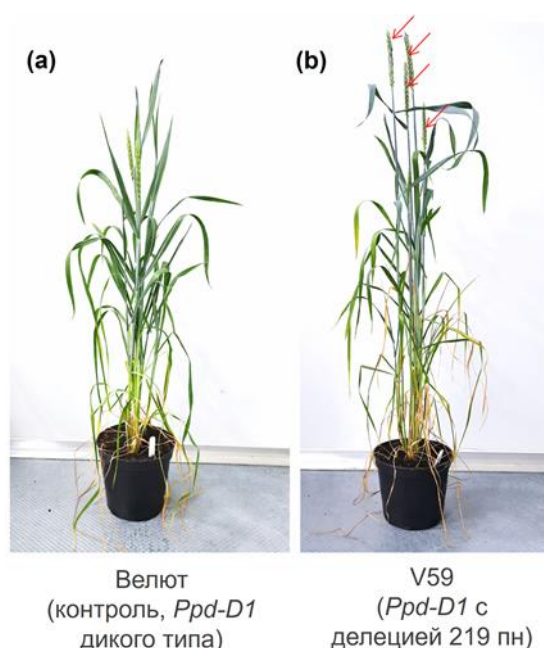


Рис. 2. Колошение линии Велют до (a) и после (b) геномного редактирования гена *Ppd-D1*. Растение V59 содержит делецию 219 п.н. в промоторной области гена

Таким образом, одним из подходов получения скороспелых линий мягкой пшеницы является введение в сорта аллелей генов *Vrn-B3a* и *Ppd-D1a* с помощью маркер-ориентированной селекции, другим – редактирование этих генов с использованием геномного редактирования.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 21-76-30003-П.

Список литературы

1. Yan L., Helguera M., Kato K., Fukuyama S., Sherman J., Dubcovsky J. Allelic variation at the *VRN-1* promoter region in polyploid wheat // *Theor. Appl. Genet.* – 2004. – Vol. 109. – P. 1677–1686.
2. Yan L., Fu D., Li C., Tranquilli G., Bonafede M., Sanchez A., Valarik M., Yasuda S., Dubcovsky J. The wheat and barley vernalization gene *VRN3* is an orthologue of *FT* // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* – 2006. – Vol. 103 (51). – P. 19581–19586.
3. Fu D., Szucs P., Yan L., Helguera M., Skinner J.S., Zitzewits J.V., Hayes P.M., Dubcovsky J. Large deletions within the first intron in *VRN-1* are associated with spring growth habit in barley and wheat // *Mol. Genet. Genom.* – 2005. – Vol. 273. – P. 54–65.

4. Beales J., Turner A., Griffiths S., Snape J.W., Laurie D.A. A Pseudo-Response Regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theor. Appl. Genet. – 2007. – Vol. 115 (5). – P. 721–733.
5. Shcherban A.B., Efremova T.T., Salina E.A. Identification of a new *Vrn-B1* allele using two near-isogenic wheat lines with difference in heading time // Mol. Breeding. – 2012. – Vol. 29 (3). – P. 675–685.
6. Berezhnaya A., Kiseleva A., Leonova I., Salina E. Allelic Variation Analysis at the Vernalization Response and Photoperiod Genes in Russian Wheat Varieties Identified Two Novel Alleles of *Vrn-B3* // Biomolecules. – 2021. – Vol. 11 (12). – P. 1897.
7. Лихенко И.Е., Стасюк А.И., Щербань А.Б., Зырянова А.Ф., Лихенко Н.И., Салина Е.А. Изучение аллельного состава генов *VRN-1* и *PPD-1* у раннеспелых и среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18 (4). – С. 691–703.
8. Kiseleva A.A., Timonova E.M., Berezhnaya A.A., Kolozhvari A.E., Kochetov A.V., Salina E.A. Fine tuning wheat heading time through genome editing of transcription factor binding sites in *Ppd-1* gene promoter // Sci. Rep. – 2025. – Vol. 15 (1). – P. 42034.

<https://doi.org/10.26898/2026-36>
УДК 635:631.559

ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ В 2014–2023 гг.

Сидаренко Д.П., канд. с.-х. наук

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,
Новочеркасск, Россия
e-mail: sidarenko1@mail.ru

Аннотация. В статье на основе данных Росстата Крыма проанализированы динамика урожайности овощей открытого грунта за период 2014–2023 гг. и факторы, влияющие на нее. Выявлено, что в среднем за указанный временной период параметр составил 244,3 ц/га. Как известно, одними из основных факторов продуктивности овощных культур являются орошение и внесение минеральных удобрений. За период с 2016 по 2023 г. среднее количество дождевальных установок в Республике Крым составило 443 шт., а среднее количество внесенных под овощные культуры минеральных удобрений было равно 2,16 ц/га. Это позволило обеспечить высокий уровень урожайности овощных культур в данном регионе. Например, средняя урожайность овощных культур в Южном федеральном округе в 2023 г. составила 283,1 ц/га, а по Республике Крым этот показатель в 2023 г. зафиксирован на уровне 254,4 ц/га, что свидетельствует о высоком уровне технологии возделывания овощных культур в регионе. Резкий переход от системы государственного снабжения к свободной рыночной торговле материально-техническими ресурсами привел к негативным итогам.

Ключевые слова: овощные культуры, урожайность, период, показатель, орошение, минеральные удобрения

Вопрос обеспечения населения овощной продукцией и получения стабильных, высоких урожаев овощных культур – один из основных в решении вопросов продовольственной безопасности [1–3]. Овощные культуры играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, являются одним из богатейших источников витаминов и минералов.

Республика Крым – один из новых регионов, которые в последнее десятилетие вошли в состав Российской Федерации. Поэтому считаем целесообразным произвести оценку потенциальной продуктивности овощных культур, достижение которой могло бы удовлетворить потребности в овощах жителей региона в межсезонье, а в курортный период и отдыхающих и даже способствовать поставкам овощной продукции в другие субъекты Российской Федерации, где их возделывание вообще не представляется возможным из-за природно-климатических условий или сопряжено с непомерно высокими трудо- и энергозатратами. В овощеводстве анализируемого региона необходимо использовать передовые элементы технологии возделывания овощных культур (орошение, внесение минеральных удобрений и др.), которые обеспечивают высокие показатели их продуктивности [4, 5].

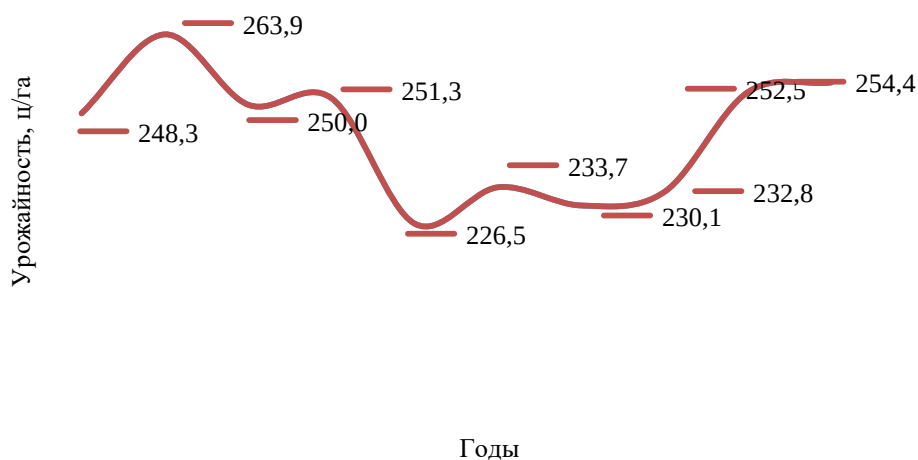
В табл. 1 приводится динамика урожайности овощных культур открытого грунта в Республике Крым за 2014–2023 гг.

Таблица 1

Урожайность овощных культур в Республике Крым за 2014–2023 гг., ц/га [6]

Показатель	Год									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Урожайность	248,3	263,9	250	251,3	226,5	233,7	230,1	232,8	252,5	254,4

Анализ данных (табл. 1) показывает, что средняя урожайность овощных культур открытого грунта за период 2014–2023 гг. составила 244,3 ц/га. Наиболее наглядно динамику урожайности отображает диаграмма (см. рисунок).



Динамика урожайности овощных культур в Республике Крым за 2014–2023 гг.

Согласно имеющимся данным, урожайность овощных культур в Республике Крым имеет крайне нестабильный характер. Так, начиная с 2018 г. отмечается существенный провал в величине урожайности. В этом году урожайность достигает самого низкого показателя за анализируемый период – 226,5 ц/га при среднем значении за весь период 244,3 ц/га. Затем в течение двух следующих лет наблюдается незначительное увеличение показателей урожайности до 230,1 и 233,7 ц/га, но все равно это самые низкие показатели за 10 лет. Начиная с 2020 и до 2023 г. видим стабильное увеличение урожайности овощных культур с 230,1 ц/га в 2020 г. до 254,4 ц/га в 2023 г. В 2023 г. получено максимальное значение за анализируемый период. Это может говорить об увеличении финансирования и применении передовых технологии при возделывании овощных культур аграриями республики. Например, средняя урожайность овощных культур в Южном федеральном

округе в 2023 г. составила 283,1 ц/га, а по Республике Крым это показатель в 2023 г. зафиксирован на уровне 254,4 ц/га.

Для большей наглядности и понимания общей ситуации период 2014–2023 гг. нами был разбит на равные подпериоды по пять лет (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность овощных культур открытого грунта в Крыму
за пятилетние подпериоды [6]**

Показатель	Подпериод	
	2014–2018 гг.	2019–2024 гг.
Урожайность, ц/га	248,0	240,7

Анализ представленных данных показывает, что за последние пять лет (2019–2023 гг.) в сравнении с 2014–2018 гг. отмечается снижение средней урожайности на 7,3 ц/га.

Сельхозтоваропроизводителям республики приходится заниматься выращиванием овощных культур в крайне непростых природно-климатических условиях, которые существенно отличаются от оптимальных, создается разрыв между потенциальным, заложенным в гибриде или сорте, и достигнутым в настоящее время урожаем. При правильном сочетании элементов технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры, в т.ч. овощной, можно существенно сократить этот разрыв и получить максимально высокий урожай хорошего качества.

Создается впечатление, что Крымский полуостров имеет крайне благоприятное географическое положение. Но это лишь на первый взгляд, при более детальном анализе становится понятно, что атмосферные осадки, среднее количество которых за теплый период составляет от 80 до 100 мм в степном Крыму, до 270–310 мм в предгорье, крайне скудны. В связи со сложным строением рельефа и особенностями циркуляции атмосферы они распределяются очень неравномерно, сглаживать эту неравномерность приходится путем орошения. Почти во всех районах рассматриваемого региона урожайность сельскохозяйственных культур зависит от степени увлажненности года, изменяясь в 2–3 раза и более. Поэтому здесь для получения высоких и устойчивых урожаев решающее значение имеет орошение. Немаловажно и количество вносимых минеральных удобрений, которые при правильной организации производственного процесса обеспечивают получение высоких урожаев [7].

На основе имеющихся статистических данных нами проанализировано количество дождевальных машин и количество вносимых под овощные культуры минеральных удобрений в Республике Крым за 2016–2023 гг. (табл. 3).

Таблица 3

**Обеспеченность дождевальными машинами и минеральными удобрениями
при возделывании овощей открытого грунта в Республике Крым [6]**

Показатель	Подпериод		Подпериод 2020–2023 гг. в сравнении с 2016–2019 гг.	
	2016–2019 гг.	2020–2023 гг.	±	%
Наличие дождевальных машин и установок, шт.	514	371	–143	–27,82
Внесение минеральных удобрений под овощи, ц/га	2,34	2,20	–0,14	–5,98

Анализ данных, представленных в табл. 3, показывает, что за подпериод 2020–2023 гг. в сравнении с подпериодом 2016–2019 гг. произошло существенное снижение количества дождевальных машин (в среднем на 143 шт., или 27,82 %) и незначительное снижение количества вносимых под овощные культуры минеральных удобрений (в среднем на 0,14 ц/га, или 5,98 %) к показателям 2016–2019 гг.

Данное снижение, по нашему мнению, следует обосновывать складывающейся политической ситуацией в Республике Крым, которая выражается в значительном

сокращении подачи оросительной воды для сельскохозяйственных нужд со стороны Украины по Северо-Крымскому каналу. Вследствие этого в регионе наметилась тенденция к сокращению количества дождевальных установок и увеличению площадей овощных культур открытого грунта, на которых орошение производится капельным способом с забором воды из скважин и бассейнов суточного распределения. Как известно, капельное орошение позволяет более рационально использовать поливную воду. Кроме того, в наших работах [8, 9], опубликованных ранее, мы проводили анализ, в ходе которого было выявлено, что возделыванием перца сладкого и других овощных культур в Республике Крым на современном этапе занимаются в личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах, крупными сельскохозяйственными предприятиями он не возделывается. Важным моментом является необходимость разработки и совершенствования технологий возделывания овощных культур для увеличения их привлекательности при возделывании различными сельхозтоваропроизводителями. Анализ литературных данных выявил, что вопрос капельного орошения перца и других овощных культур при помощи современных технологий остается малоизученным для условий Республики Крым, в связи с чем требует дальнейшей детальной проработки.

Использование современных элементов технологии возделывания овощей, наработок научно-исследовательских учреждений республики, опыта передовых хозяйств в этом вопросе позволит еще больше увеличить урожайность овощных культур при их возделывании на орошаемых землях в регионе.

Список литературы

1. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Пивоваров В.Ф. и др. Овощи в системе обеспечения продовольственной безопасности России // Овощи России. – 2019. – № 2 (46). – С. 9–15.
2. Першакова Т.В., Яколева Т.В., Котвицкая Д.В. Современные тенденции обеспечения населения России овощной продукцией // Плодоводство и виноградарство Юга. – 2024. – № 88 (4). – С. 72–86.
3. Минаков И.А. Проблемы обеспечения населения овощной продукцией и пути их решения // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 133–141.
4. Каранда А.В. Сельское хозяйство Республики Крым: проблемы и перспективы // Тенденции развития науки и образования. – 2017. – № 41-2. – С. 49–53.
5. Тагиров Ф.Г., Балакай Г.Т., Гурина И.В. Режим орошения и удобрения томатов при поливе системами капельного орошения в Республике Крым // Мелиорация и гидротехника. – 2025. – № 2. – С. 1–18.
6. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [Электронный ресурс]. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/>.
7. Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма: коллектив. моногр. – Симферополь: Ариал, 2019. – 252 с.
8. Сидаренко Д.П. Площадь возделывания перца болгарского и ее распределение на орошаемых землях Республики Крым // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. науч. тр. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2025. – С. 97–99.
9. Сидаренко Д.П. Целесообразность использования капельного орошения при возделывании перца болгарского в условиях Центрального предгорья Республики Крым // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2025. – № 1 (95). – С. 120–136.

СЕЛЕКЦИЯ ПО ПЕРВИЧНЫМ И ВТОРИЧНЫМ МЕТАБОЛИТАМ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОАДАПТИВНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ

Слынько Н.М.^{1,2}, канд. хим. наук, с.н.с.,
Васильева А.Р.^{1,2}, м.н.с.,
Гончаров Н.П.¹, акад. РАН, д-р биол. наук, г.н.с.,
Пельтек С.Е.^{1,2}, канд. биол. наук, г.н.с.

¹Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

²Курчатовский геномный центр Института цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск,
Россия

e-mail: nslynko@mail.ru

Аннотация. В условиях глобального и локального изменения климата традиционные и «новые» молекулярно-биологические методы селекции мягкой пшеницы не всегда позволяют оперативно реагировать и оперативно создавать сорта, сочетающие продуктивность и устойчивость к комплексу абиотических стрессов. В работе рассматриваются подходы к селекции по первичным и вторичным метаболитам как перспективный метод ускоренной оценки адаптивного потенциала селектируемого материала. Показано, что состав эпикутикулярных восков, а также отдельные классы липофильных вторичных метаболитов могут использоваться в качестве косвенных маркеров морозо- и зимостойкости растений пшеницы. Применение лабораторных экспресс-методов метаболического анализа позволяет существенно сократить сроки селекционного процесса, снизить объем полевых испытаний и повысить эффективность отбора высокоадаптивных генотипов мягкой пшеницы для различных почвенно-климатических зон Российской Федерации.

Ключевые слова: мягкая пшеница, ускоренная селекция, первичные и вторичные метаболиты, морозо- и зимостойкость, адаптация, биоразнообразие

Введение. Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является основной зерновой культурой Российской Федерации и играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Значительная часть посевных площадей зерновых страны расположена в зонах рискованного земледелия, где урожайность и стабильность производства в значительной степени зависят от устойчивости сортов к неблагоприятным факторам внешней среды.

Для озимых форм пшеницы наиболее критичным этапом онтогенеза остается зимний период. Низкие температуры, резкие перепады погоды, возвратные заморозки, недостаточный или нестабильный снежный покров ежегодно приводят к значительным потерям урожая. В этих условиях селекционеру необходимо создавать сорта, обладающие не только высокой потенциальной продуктивностью, но и комплексной устойчивостью к морозу, зимним стрессам и колебаниям влажности.

Традиционные методы оценки зимостойкости основаны преимущественно на полевых испытаниях и наблюдениях за перезимовкой растений. Несмотря на их информативность, такие подходы отличаются высокой трудоемкостью, растянутостью во времени и сильной зависимостью от погодных условий конкретного года. Это существенно ограничивает скорость селекционного процесса и затрудняет оперативную оценку большого объема селекционного материала [1].

Объект исследования и анализ метаболических признаков. Адаптация растений к абиотическим стрессам отражается в изменении метаболического профиля, в том числе

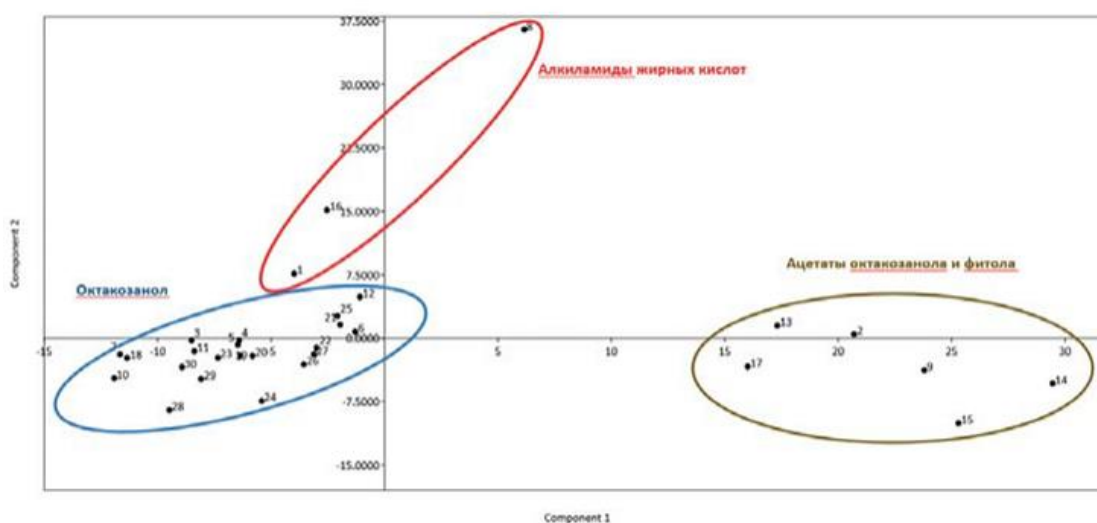
состава липофильных метаболитов. К числу таких соединений относятся компоненты эпикутикулярных восков и связанные с ними вторичные метаболиты, формирующие защитный барьер на поверхности листьев и участвующие в регуляции водного режима и устойчивости растений к стрессовым воздействиям.

Объектом исследования являлись флаговые листья 21 сорта мягкой пшеницы, 4 образца трех эндемичных видов китайских пшениц, 1 амфидиплоид, 1 образец карталинской пшеницы и 2 образца однозернянки (см. таблицу), выращенных в унифицированных условиях открытого грунта на делянках Селекционно-генетического комплекса ИЦиГ СО РАН. Отбор и экстракция материала также проводились в тождественных условиях. Состав экстрактов растений определялся на газовом хроматографе Pegasus 4D GC×GC–TOF MS [3]. Соотношения отдельных классов липофильных соединений, включая длинноцепочечные алифатические спирты, их эфиры, β-дикетоны и амиды жирных кислот, характеризуются выраженной межсортовой вариабельностью.

Для визуализации различий между исследуемыми экстрактами листьев разных сортов пшеницы был использован иерархический кластерный анализ. Для анализа структуры вариабельности и наглядного представления различий между образцами применялись методы многомерного анализа, в частности метод главных компонент PCA (см. рисунок).

Экспериментальный материал

Сорт	Каталог	Происхождение	Плоидность	Номенклатура
Баганочка	к-67469	Новосибирская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>albidum</i>
Line 278/9	к-59580	Новосибирская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>lutescens</i>
Аленькая	к-23368	Алтайский край	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>ferrugineum</i>
Камчадалка	к-38586	Красноярский край	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>milturum</i>
Сибирская	к-23347	Иркутская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>ferrugineum</i>
Тулун 15	к-64599	Иркутская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>lutescens</i>
Местная	к-24849	Якутия	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>ferrugineum</i>
Местная	к-30947	Тыва	2n=42	<i>T.aestivum</i> , population
Местная	к-8009	Монголия, Умнеговь	2n=42	<i>T.aestivum</i>
6638 Witchi Wheat	к-28628	Китай, Северный Ганьсу	2n=42	<i>T.aestivum</i>
Landrace	к-42183	Китай	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>erythrospermum</i> ,
	к-44126	Китай	2n=42	<i>T. petropavlovskyi</i>
	к-43351	Китай	2n=42	<i>T. petropavlovskyi</i>
	KU 515	Китай, Тибет	2n=42	<i>T. tibetanum</i>
	KU 510	Китай	2n=42	<i>T. yunnanense</i>
Landrace	к-39218	Китай, Сычуань	2n=42	<i>T.aestivum</i> , ssp. <i>lutinflatum</i>
Амфидиплоид	KU 221-21	Япония	2n=42	<i>T. carthlicum</i> + <i>Ae. squarrosa</i>
NP 790	к-45749	Индия, Дели	2n=42	<i>T.aestivum</i>
Dirk	AUS 90054	Австралия	2n=42	<i>T.aestivum</i>
Саратовская 210	к-40329	Саратовская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>lutescens</i>
Греммэ		Татарстан	2n=28	<i>T. dicoccum</i>
Рико	к-65588	Ленинградская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>erythrospermum</i>
Фори 5	к-65593	Ленинградская область	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>erythrospermum</i>
Местная	к-14940	Грузия	2n=28	<i>T.carhtlicum</i>
<i>Vrn7^{Sc}</i>	ВСГИ	Бывший СССР	2n=42	<i>T.aestivum</i>
<i>Mute Sog1</i>	КТ 3-25	Япония	2n=14	<i>T.monococcum</i>
	PI 355549	Австрия, Форарльберг	2n=14	<i>T.monococcum</i>
Prelude	к-27655	Канада	2n=42	<i>T.aestivum</i> , var. <i>hostianum</i>
Ciano F67	CIMMYT	Мексика	2n=42	<i>T. aestivum</i> , var. <i>erythrospermum</i>
Sieto Cerros 66	CIMMYT	Мексика	2n=42	<i>T. aestivum</i>



Биплоты PCA на основе всех идентифицированных соединений в изученных сортах и образцах пшеницы

Проведенное в рамках настоящего исследования сопоставление культурных и диких злаков показало сходство ряда метаболических признаков, связанных с устойчивостью к абиотическим стрессам. Отличия между культурными и дикими формами проявляются преимущественно в количественных соотношениях и регуляции указанных признаков и отражают различия адаптационных стратегий, сформированных в естественных и агроэкологических условиях. С этой точки зрения дикие злаки представляют собой ценный источник геноресурсов. Использование метаболических признаков в качестве критериев отбора позволяет целенаправленно выявлять донорные формы с оптимальным сочетанием адаптивных свойств, снижая риск переноса нежелательных признаков при интрогрессии.

Подход и методические основы. В настоящем исследовании метаболит-ориентированный подход использован в качестве дополнения и расширения традиционных селекционных схем мягкой пшеницы. Его применение основано на анализе липофильных компонентов листьев, отражающих особенности метаболических стратегий устойчивости растений к абиотическим стрессам.

Использованный подход позволяет рассматривать метаболические признаки не только как характеристику физиологического состояния растений пшеницы, но и как потенциальные индикаторы адаптивного потенциала селекционного материала. В этом контексте анализ состава и соотношений компонентов эпикутикулярных восков, а также связанных с ними липофильных вторичных метаболитов может быть использован для сравнительной оценки генотипов, различающихся по происхождению и условиям формирования.

Применение методов многомерного анализа, в частности анализа главных компонент, обеспечивает наглядное представление структуры вариабельности метаболического профиля и облегчает интерпретацию различий между исследуемыми образцами. Такой подход создаёт предпосылки для интеграции метаболических данных в селекционные программы, направленные на повышение устойчивости сортов к низким температурам и другим стрессовым факторам зимнего периода.

Важно подчеркнуть, что метаболит-ориентированный подход не рассматривается как альтернатива полевым испытаниям, а может служить дополнительным инструментом, способствующим оптимизации, ускорению селекционного процесса и более осознанному отбору перспективного материала на ранних этапах работы.

Практическая значимость и перспективы внедрения. Использование отбора по вторичным метаболитам позволяет сократить сроки селекционного процесса, снизить риски при внедрении сортов в различные агроэкологические зоны, расширить используемое

генетическое разнообразие и стабилизировать урожайность в условиях глобального и локального изменения климата.

В перспективе метаболит-ориентированная селекция может стать частью комплексной системы оценки селектируемого материала в селекционных программах, включающих агрономические, физиологические и молекулярные показатели.

Выводы

1. Показано, что состав и соотношения липофильных вторичных метаболитов листьев мягкой пшеницы характеризуются выраженной межсортовой вариабельностью и отражают различия метаболических стратегий устойчивости растений к абиотическим стрессам.

2. Использование методов многомерного анализа позволяет наглядно представлять структуру вариабельности метаболического профиля и сопоставлять исследуемые сорта по совокупности метаболических признаков.

3. Полученные результаты указывают на возможность использования метаболических признаков в качестве дополнительного инструмента при сравнительной оценке селектируемого материала, ориентированной на отбор форм с повышенным адаптивным потенциалом.

4. Метаболит-ориентированный подход может быть интегрирован в существующие селекционные программы в качестве вспомогательного элемента, способствующего оптимизации отбора и снижению рисков при внедрении новых сортов в различные агроэкологические зоны.

Список литературы

1. Губанов Я.В., Иванов Н.Н. Озимая пшеница. - М.: Агропромиздат, 1988. - 303 с.
2. Ласточкина О.В. Роль эпикутикулярных восков растений в устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам // Сельскохозяйственная биология. - 2021. - № 5. - С. 843–856. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.5.843rus.
3. Vasilieva A.R., Slynko N.M., Goncharov N.P., Tatarova L.E., Kuibida L.V., Peltek S.E. A GC-MS metabolic study on lipophilic compounds in the leaves of common wheat *Triticum aestivum* L. // Metabolites. - 2024. – Vol. 14 (8). – P. 426. DOI: 10.3390/metabo14080426.

<https://doi.org/10.26898/2026-38>
УДК 635.658

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ ОРЛОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В РАЗНЫЕ ГОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ

Суворова Г.Н., канд. с.-х. наук,

Иконников А.В., канд. с.-х. наук

Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, Орел, Россия

e-mail: galina@vniizbk.ru

Аннотация. Проведена оценка урожайности пяти сортов и одной селекционной линии чечевицы в 2021–2025 годах в условиях Орловской области. Средняя урожайность по годам менялась от 1,45 до 3,52 т/га. Лучшие показатели получены в годы с достаточным увлажнением. Максимальную урожайность в среднем за 5 лет показала линия Р6/19 – 2,29 т/га. Наиболее пластичный сорт из изученных - Орловская краснозерная с коэффициентом регрессии на условия среды 1,39; наиболее стабильный - сорт Фламенко с коэффициентом регрессии 1,0.

Ключевые слова: чечевица, урожайность, условия среды

Чечевица *Lens culinaris* Medik. – ценная бобовая культура, которая выращивается на всех континентах. Основными производителями чечевицы в мире являются Канада, Индия, Австралия. Наблюдается рост ее производства в России. По мере распространения от центра происхождения в другие регионы чечевица адаптировалась к различным климатическим условиям. Тем не менее основными факторами лимитирующими урожайность чечевицы являются температурный режим и влагообеспеченность в процессе вегетации [1-3]. Чечевица особенно чувствительна к недостатку влаги в начальный период своего развития [4].

Цель исследований – изучить зависимость урожайности сортов чечевицы орловской селекции от метеоусловий года.

Материалом для исследований служили 5 сортов и 1 перспективная линия чечевицы селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Сорт Рауза выведен методом внутривидовой гибридизации и внесен в Реестр селекционных достижений в 2003 году; Аида создан методом искусственного мутагенеза и внесен в реестр в 2010 году; Орловская краснозерная создан методом внутривидовой гибридизации, внесен в реестр в 2017 году. Сорта Восточная, Фламенко и линия Р6/19 созданы методом межвидовой гибридизации с участием видов *L. orientalis* и *L. tomentosus*, внесены в реестр - Восточная в 2017 г. и Фламенко в 2022 г.

Исследования выполнены в 2021–2025 годах на опытном поле Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур, расположенного в Орловской области, п. Стрелецкий. Почва опытного участка тёмно-серая лесная, с содержанием гумуса 5,4 %. Сорта высевали по методике конкурсного сортоиспытания. Площадь опытной делянки 15 м², норма высева 2,5 млн всхожих семян на гектар.

Вегетационный период чечевицы в условиях Орловской области обычно охватывает 3 месяца с мая по июль. В 2021 и 2022 годах посев был проведен 6 и 10 мая, всходы появились 18 и 23 мая. В 2023–2025 годах сроки посева чечевицы были с 21 по 24 апреля, всходы были отмечены 4–5 мая. Уборка проходила в сроки с 22 по 31 июля. В 2022 году из-за дождливой погоды уборку проводили 7 августа.

Погодные условия в изученные годы были различны (табл. 1). В целом вегетационный период 2021–2023 годов можно охарактеризовать как засушливый или слабо засушливый с гидротермическим коэффициентом (ГТК) в 2021 году – 0,8, 2022 году – 1,17 и в 2013 году – 0,9. Условия 2024 года с ГТК = 1,39 и 2025 года с ГТК = 1,25 являлись достаточно увлажненными.

Таблица 1

Среднемесячные температуры воздуха и количество выпавших осадков в течение вегетационного периода чечевицы в Орловской области, 2021-2025 гг.

Год исследований	Средняя температура воздуха, °С			
	апрель	май	июнь	июль
2021	6,9	13,9	19,8	22,3
2022	6,4	11,5	19,1	19,1
2023	10,3	12,9	17,1	19,2
2024	11,6	12,9	19,5	22,1
2025	9,3	13,6	16,2	21,5
Средняя мн. норма	7,6	14,2	17,9	19,8
	Количество осадков, мм			
	апрель	май	июнь	июль
2021	46,5	72,1	40,7	51,1
2022	173,9	51,1	52,5	63,5
2023	32,9	16,8	55,9	77,3
2024	56,5	65,9	67,4	79,5
2025	42,9	28,3	120,4	40,0
Средняя мн. норма	40	48	65	87

Урожайность чечевицы в большей степени зависела от условий выращивания, чем от сорта. Самая низкая урожайность 1,45 т/га наблюдалась в 2022 году, когда всходы появились

в третьей декаде мая и начальные этапы роста чечевицы попали под июньскую засуху (табл. 2). В 2021 году июнь и июль были сухими и жаркими, что также снизило урожайность чечевицы. В 2023 году всходы появились в начале мая и весь месяц они страдали от засухи, засушливый июнь не мог восполнить недостаток влаги. Самую высокую урожайность изученные сорта показали в 2023 году, среднее значение данного показателя составило 3,5 т/га. Достаточное количество влаги и теплая погода в течение всего периода вегетации позволили сформировать высокий урожай. Средняя урожайность в 2025 году составила 2,74 т/га. Недостаточное количество осадков, выпавших в мае, было компенсировано избыточным увлажнением июня, и растения чечевицы не страдали от засухи. Засушливый июль уже не повлиял на урожай.

Таблица 2

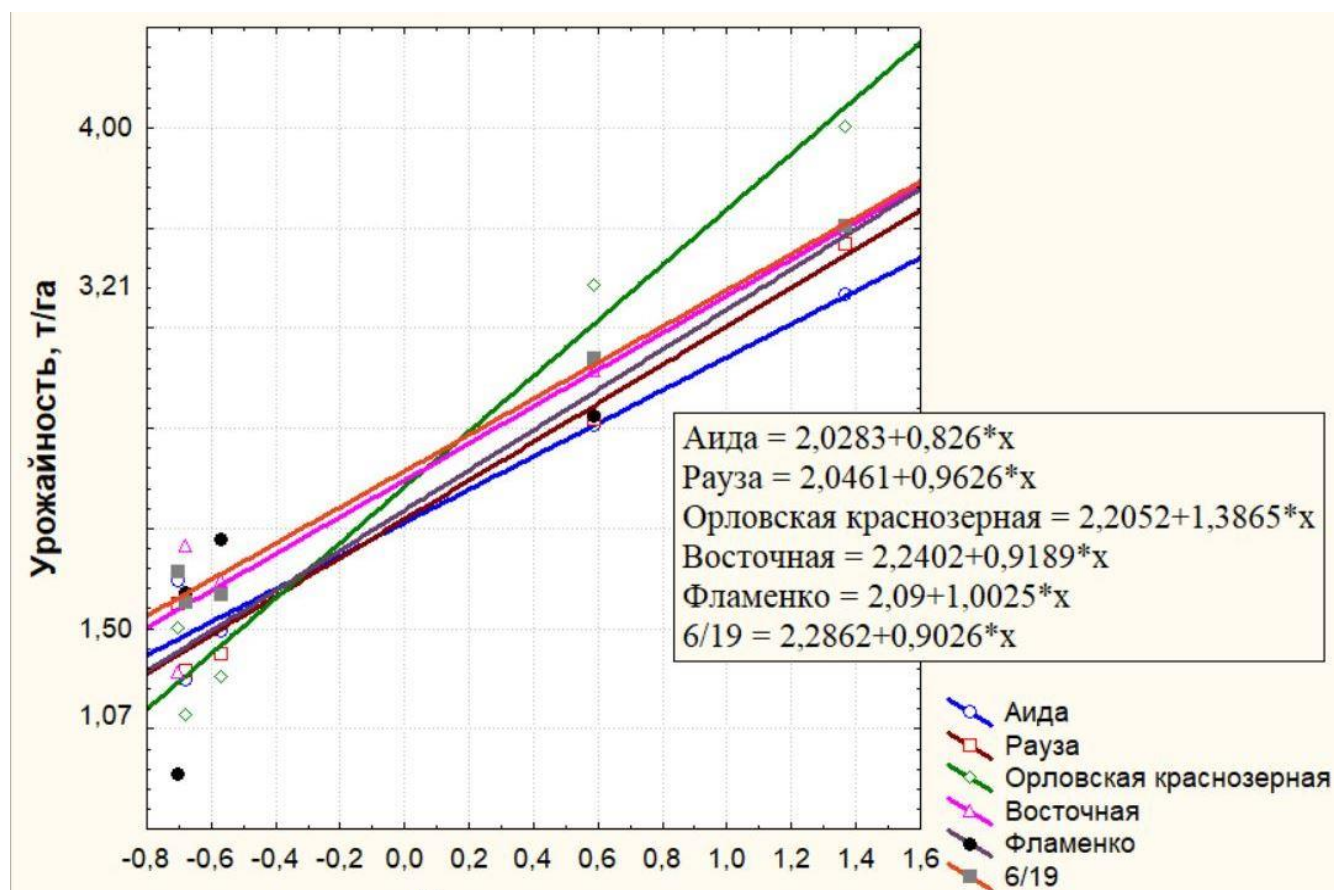
Урожайность зерна различных сортов чечевицы в Орловской области (2021–2025 гг.), т/га

Сорт/линия	2021	2022	2023	2024	2025	Среднее по сортам
Аида	1,49	1,74	1,24	3,17	2,51	2,03
Рауза	1,37	1,62	1,29	3,42	2,54	2,05
Орловская краснозерная	1,26	1,5	1,07	4,0	3,21	2,21
Восточная	1,74	1,28	1,91	3,49	2,79	2,21
Фламенко	1,94	0,77	1,68	3,51	2,56	2,09
Р6/19	1,67	1,78	1,63	3,51	2,85	2,29
Среднее по годам	1,58	1,45	1,47	3,52	2,74	
Индекс среды	-0,57	-0,7	-0,68	1,37	0,59	

Различия по средней урожайности за 5 лет между сортами были не настолько значительны. Максимальную урожайность 2,29 т/га показала селекционная линия Р6/19. Средняя урожайность сортов Орловская краснозерная и Восточная составила 2,21 т/га. Урожайность сортов Аида и Рауза была на уровне 2,03 и 2,05 т/га, сорта Фламенко – 2,09 т/га.

Сорта по-разному реагировали на условия выращивания (см. рисунок). Наиболее отзывчивым на изменение условий среды был сорт Орловская краснозерная с коэффициентом регрессии на индекс среды 1,39. Менее отзывчив сорт Аида – коэффициент регрессии 0,82. Сорта Восточная, Фламенко, линия Р6/19 показали наиболее стабильную реакцию на изменение условий среды (коэффициент регрессии 0,90–1,00).

В целом сорта чечевицы селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур являются высокоурожайными и положительно реагируют на изменение условий выращивания, увеличивая урожайность при благоприятных условиях. Наблюдается тенденция к повышению урожайности более современных сортов чечевицы.



Линии регрессии урожайности чечевицы на индекс среды сортов чечевицы орловской селекции

Список литературы

1. Materne M., Siddique K.H.M. Agroecology and Crop Adaptation // The Lentil. Botany, Production and Uses / Ed.: W. Erskine, F. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma. - 2009. - P. 47-63.
2. Lake L. et. al. Modelling phenology to probe for trade-offs between frost and heat risk in lentil and faba bean // European Journal of Agronomy. - 2021. - 122. - <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126154>.
3. Pérez de la Vega M., Pedro G.G., Gutierrez-Gonzalez J.J., Sáenz de Miera L.E. Tackling Lentil Biotic Stresses in the Genomic Era. Chap. 5 // Genomic Designing for Biotic Stress Resistant Pulse Crops. - 2022. - P. 253-308. <https://doi.org/10.1007>
4. Леонтьев В.М. Чечевица. - Л.: Колос, 1966. - 180 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТОВЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ГИДРОПОННЫХ СИСТЕМАХ

Табанбаева Э., магистрант

Научный руководитель – Алпамысова Г.Б., канд. с.-х. наук, доцент
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, Шымкент, Республика Казахстан
e-mail: tabanbayeva@list.ru

Аннотация. Выращивание листовых овощных культур в гидропонных системах является перспективным направлением современного сельского хозяйства, обеспечивающим рациональное использование ресурсов, стабильное качество продукции и круглогодичное производство в условиях контролируемой среды. Целью данной обзорной работы является анализ современных научных исследований, посвящённых гидропонному выращиванию листовых культур, обобщение текущего состояния и ключевых направлений развития данной области, а также оценка потенциала нетрадиционных листовых овощей в гидропонном производстве. В работе применены методы герменевтического и сравнительного анализа научных публикаций, представленных в международных научных базах данных. Анализ литературы свидетельствует об интенсивном развитии гидропонных технологий, их адаптации к вертикальному и городскому земледелию, а также о возрастающем значении точного управления параметрами питательной среды. Показано, что рост и качество продукции формируются под воздействием совокупности факторов, при одновременном повышении роли пищевой ценности и безопасности. Результаты обзора указывают на преобладание исследований, ориентированных на модельные листовые культуры, тогда как данные по нетрадиционным растениям, включая щавель (*Rumex acetosa* L.), остаются ограниченными. Несмотря на высокий пищевой и нутрицевтический потенциал щавеля, стандартизированные технологии его гидропонного выращивания требуют дальнейшего научного обоснования.

Ключевые слова: гидропоника, листовые овощные культуры, контролируемое земледелие, вертикальное земледелие, питательный раствор, качество продукции

Введение. В современных условиях обеспечение продовольственной безопасности, рациональное использование природных ресурсов и адаптация сельского хозяйства к изменениям климата приобретают особую актуальность. Рост численности населения, усиление урбанизации и деградация сельскохозяйственных земель ограничивают возможности традиционного почвенного земледелия и стимулируют поиск альтернативных технологий производства. В этой связи гидропонные системы, основанные на выращивании растений в контролируемой среде, рассматриваются как перспективное направление производства листовых овощных культур.

Гидропоника позволяет выращивать растения без почвы с использованием питательных растворов, обеспечивая точное управление водным и минеральным режимами, стабильное качество продукции и круглогодичное производство. В научной литературе листовые овощные культуры, такие как салат, шпинат, микрозелень и пряные травы, широко используются в качестве модельных объектов для оценки эффективности различных гидропонных систем. Основное внимание уделяется влиянию состава питательного раствора, светового режима, микроклиматических условий и типа системы на продуктивность и качество урожая.

В то же время возрастает интерес к нетрадиционным листовым овощным культурам, обладающим высокой пищевой и биологической ценностью. Одной из таких культур

является щавель (*Rumex acetosa* L.), однако данные о его выращивании в гидропонных системах остаются ограниченными и фрагментарными. В этой связи актуальной задачей является обобщение современных исследований по гидропонному выращиванию листовых овощей и определение перспектив использования щавеля в условиях контролируемой среды.

Методы исследования. В обзорной работе проведён анализ современных научных публикаций, посвящённых выращиванию листовых овощных культур в гидропонных системах. Литературные источники были отобраны из международных и национальных научных баз данных, включая Google Scholar, Scopus, Web of Science, SpringerLink и eLIBRARY, с использованием ключевых слов и их комбинаций, таких как «hydroponics», «leafy vegetables», «controlled environment agriculture», «nutrient solution», «vertical farming» и «*Rumex acetosa*».

Основным методом анализа являлся научный герменевтический подход, позволяющий интерпретировать публикации с учётом контекста их выполнения, целей исследований и смысловой нагрузки полученных результатов. Дополнительно применялся сравнительный анализ, в рамках которого сопоставлялись данные о типах гидропонных систем, условиях выращивания, параметрах питательной среды и показателях качества продукции.

Совокупность использованных методов позволила оценить текущее состояние исследований в области гидропонного выращивания листовых овощей, выявить ключевые научные тенденции и определить недостаточно изученные аспекты, включая вопросы выращивания щавеля в условиях контролируемой среды.

Результаты. Анализ литературных данных показывает, что выращивание листовых овощных культур в гидропонных системах является динамично развивающимся и востребованным направлением современного сельского хозяйства. Гидропоника рассматривается как эффективная технология в условиях изменения климата, дефицита водных ресурсов и деградации почв, обеспечивающая водосбережение, точное управление питанием растений и круглогодичное производство. Вместе с тем отмечаются ограничения, связанные с высокими начальными инвестициями и энергозатратами [9, 12–15]. Эти выводы согласуются с работами, описывающими переход овощеводства к высокотехнологичным системам с цифровым и интеллектуальным управлением [5].

Исследования в области контролируемого земледелия свидетельствуют о формировании гидропоники как самостоятельной производственной системы. Walters с соавт. показали рост экономической значимости гидропонного производства и усиление внимания к многофакторному управлению параметрами среды и качеством продукции [6], что соответствует современным представлениям о комплексной реакции растений на условия выращивания [14].

Литературные данные подтверждают разнообразие гидропонных систем (NFT, DWC, капельные, фитильные системы, аэропоника) и их адаптацию к листовым культурам [11, 14]. Библиометрический анализ NFT указывает на рост научного интереса и доминирование модельных культур, прежде всего салата и томата, с акцентом на качество и безопасность продукции [7]. Существенное внимание уделяется параметрам питательного раствора, качеству воды и световому режиму, включая перспективы использования очищенных сточных вод при условии строгого мониторинга [10], а также применению сенсорных технологий, IoT и аналитических моделей [16].

Важным направлением остаётся обеспечение безопасности продукции. Показано, что при снижении химических рисков сохраняется угроза микробиологической контаминации через циркулирующий раствор, что требует строгих санитарных мер и внедрения GAP [8, 11].

Исследования, посвящённые щавелю, подтверждают его высокую пищевую и нутрицевтическую ценность [2], а также зависимость роста и накопления макроэлементов от фенологической стадии [3]. Эксперименты в гидропонных системах демонстрируют

возможность использования щавеля как fresh-cut культуры с сохранением антиоксидантных свойств и выявляют значительное влияние качества воды и светового режима на продуктивность и нитратный обмен [1, 4].

В целом литература указывает на три ключевые тенденции развития гидропонного овощеводства: совершенствование систем и их адаптацию к вертикальному земледелию, усиление точного управления параметрами среды и переход к комплексной оценке продукции с учётом урожайности, качества и безопасности [6–8, 11, 14, 16]. В этих условиях щавель и другие нетрадиционные листовые культуры формируют перспективную нишу, однако их широкое внедрение требует дальнейшей оптимизации технологических параметров [1, 3, 4].

Заключение. Проведённый литературный обзор показал, что выращивание листовых овощных культур в гидропонных системах является научно и практико-ориентированным направлением современного сельского хозяйства. Гидропоника обеспечивает эффективное использование ресурсов, стабильное качество продукции и круглогодичное производство, что делает её перспективной технологией в условиях изменения климата и дефицита воды.

Несмотря на то что большинство исследований сосредоточено на модельных листовых культурах, полученные данные подтверждают высокий адаптационный потенциал гидропонных систем для различных растений. Установлено, что рост и качество продукции формируются под воздействием совокупности факторов, что подчёркивает необходимость комплексного управления условиями выращивания.

Щавель рассматривается как перспективная нетрадиционная листовая культура с высокой пищевой и нутрицевтической ценностью, однако его продуктивность и биохимический состав существенно зависят от параметров выращивания, а стандартизированные технологии пока не сформированы.

В связи с этим дальнейшие исследования должны быть направлены на многофакторную оптимизацию условий гидропонного выращивания нетрадиционных культур, обеспечение качества и безопасности продукции, а также внедрение современных сенсорных и автоматизированных систем управления.

Список литературы

1. Ceccanti C. et al. Suitability of hydroponically-grown *Rumex acetosa* L. as fresh-cut produce // Horticulturae. – 2020. – Vol. 6. – No. 1. – P. 4.
2. Korpelainen H., Pietiläinen M. Sorrel (*Rumex acetosa* L.): not only a weed but a promising vegetable and medicinal plant // The Botanical Review. – 2020. – Vol. 86. – No. 3. – P. 234-246.
3. de Souza Gallo A. Vegetative development and nutrient absorption march of sorrel (*Rumex acetosa* L.) // Journal of Agricultural Science. – 2019.
4. Zeinali Pour N. Growth Stimulation and Nutritional Health of Sorrel in Controlled Environment Using Supplemental LED lamps and new water resources // Greenhouse Plant Production Journal. – 2025. – Vol. 2. – No. 2. – P. 79-92.
5. Ahmed N. et al. Advancing horizons in vegetable cultivation: a journey from ageold practices to high-tech greenhouse cultivation - a review // Frontiers in Plant Science. – 2024. – Vol. 15. – P. 1357153.
6. Walters K.J. et al. Historical, current, and future perspectives for controlled environment hydroponic food crop production in the United States // HortScience. – 2020. – Vol. 55. – No. 6. – P. 758-767.
7. Palmitessa O.D., Signore A., Santamaria P. Advancements and future perspectives in nutrient film technique hydroponic system: a comprehensive review and bibliometric analysis // Frontiers in Plant Science. – 2024. – Vol. 15. – P. 1504792.
8. Sela Saldinger S. et al. Hydroponic agriculture and microbial safety of vegetables: promises, challenges, and solutions // Horticulturae. – 2023. – Vol. 9. – No. 1. – P. 51.

9. Barman N. C. et al. A review on present status and future prospective of hydroponics technique // Plant Environment Development. – 2016. – Vol. 5. – No. 2. – P. 1-7.
10. Cifuentes-Torres L. et al. Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities // Water and Environment Journal. – 2021. – Vol. 35. – No. 1. – P. 166-180.
11. Riggio G.M., Jones S.L., Gibson K.E. Risk of human pathogen internalization in leafy vegetables during lab-scale hydroponic cultivation // Horticulturae. – 2019. – Vol. 5. – No. 1. – P. 25.
12. Verma S. et al. A Review on Hydroponics and Vertical Farming for Vegetable Cultivation: Innovations and Challenges // Journal of Experimental Agriculture International. – 2024. – Vol. 46. – No. 12. – P. 801-821.
13. Kannan M. et al. Hydroponic farming–A state of art for the future agriculture // Materials today: proceedings. – 2022. – Vol. 68. – P. 2163-2166.
14. Thapa U. et al. Advancements in hydroponic systems: a comprehensive review // Archives of Current Research International. – 2024. – Vol. 24. – No. 11. – P. 317-328.
15. Khan S., Purohit A., Vadsaria N. Hydroponics: current and future state of the art in farming // Journal of Plant Nutrition. – 2020. – Vol. 44. – No. 10. – P. 1515-1538.
16. Reza M. N. et al. Trends of soil and solution nutrient sensing for open field and hydroponic cultivation in facilitated smart agriculture // Sensors. – 2025. – Vol. 25. – No. 2. – P. 453.

<https://doi.org/10.26898/2026-40>
УДК 639.3.043.13

**ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИОННОГО КОМБИКОРМА
НА РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ГИБРИДА
‘РУССКИЙ ОСЕТР × ЛЕНСКИЙ ОСЕТР’ В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ**

**Турчанинов Е.А.¹, аспирант,
Пономарев С.В.^{1,2}, д-р биол. наук, проф.,
Левина О.А.¹, канд. с.-х. наук, м.н.с.,
Ахмеджанова А.Б.¹, канд. биол. наук, ведущий инженер,
Федоровых Ю.В.¹, канд. с.-х. наук, н.с.,
Терганова Н.В.¹, аспирант, ведущий инженер**

¹Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

²Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия
e-mail: lab.sturgeon@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния экспериментальных партий комбикормов производства ООО «БИФФ» на продуктивные качества и физиолого-биохимический статус гибрида русского и ленского осетра «РуКал» (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*). В ходе 56-суточного эксперимента в условиях УЗВ установлено, что применение тестируемого рациона обеспечило достоверное увеличение средней массы рыбы, коэффициента упитанности и среднесуточного прироста при 100%-й выживаемости. Гематологический и биохимический анализы крови подтвердили хорошее физиологическое состояние рыб: показатели гемоглобина, общего белка, холестерина и глюкозы соответствовали норме для осетровых. Результаты демонстрируют эффективность корма и его перспективность для использования в технологиях выращивания гибридных форм осетровых.

Ключевые слова: гибрид, аквакультура, комбикорм, рост рыбы, физиолого-биохимические показатели крови, прогнозирование роста, товарное осетроводство

Развитие товарного осетроводства в значительной степени зависит от эффективности селекционно-племенной работы и оптимизации условий содержания, среди которых кормление является ключевым фактором. Использование гибридов, таких как «РуКал» (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*), позволяет совмещать ценные хозяйственные признаки исходных видов. Однако реализация генетического потенциала гибридов напрямую связана с обеспечением их физиологических потребностей за счет сбалансированных рационов. В связи с этим оценка влияния новых рецептур комбикормов не только на скорость роста, но и на гематологический и биохимический статус рыб представляет существенный научный и практический интерес для разработки ресурсосберегающих технологий в аквакультуре [1, 2].

Цель работы - оценить влияние экспериментальных партий комбикормов производства ООО «БИФФ» на рыбоводно-биологические показатели и динамику физиолого-биохимических параметров крови гибрида осетровых «РуКал» в ходе культивирования.

Применение тестируемого корма обеспечило стабильный рост гибрида «РуКал» на протяжении всего эксперимента (табл. 1). К концу второго этапа средняя масса рыб достоверно ($p \leq 0,05$) увеличилась на 19,3% по сравнению с первым этапом, достигнув $362,19 \pm 20,89$ г. Положительную динамику также демонстрировал коэффициент упитанности по Фультону, возросший с 0,35 до 0,42 ед., что свидетельствует об улучшении общего состояния и накоплении резервных веществ. Абсолютный и среднесуточный прирост также достоверно возросли на втором этапе, в то время как относительные скорости роста и коэффициент массонакопления оставались стабильными, указывая на сбалансированность корма. Выживаемость составила 100%. В табл. 1 представлены результаты выращивания рыбы на тестируемом корме.

Таблица 1

Рыбоводно-биологические показатели гибрида «РуКал» ($n = 25$)

Показатель	I этап	II этап
Масса, г	$303,69 \pm 25,28$	$362,19 \pm 20,89^*$
Длина абсолютная, мм	$44,01 \pm 1,07$	$44,88 \pm 1,41$
Коэффициент упитанности по Фультону, ед.	$0,35 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,03^*$
Абсолютный прирост, г	47,67	58,50*
Среднесуточный прирост, г	1,70	2,09*
Среднесуточная скорость роста, %	0,61	0,63
Удельная скорость роста, %	0,26	0,27
Коэффициент массонакопления, ед.	0,04	0,04
Выживаемость, %	100,0	100,0
Продолжительность, сут	28	28

Примечание. «*» – при $p \leq 0,05$ различия достоверны; n – количество особей в каждой группе.

Анализ физиолого-биохимических показателей крови подтвердил отсутствие негативного влияния рациона на здоровье рыб (табл. 2, 3).

Таблица 2

Динамика физиолого-биохимических показателей крови гибрида «РуКал» ($n = 14$)

Показатель	Начало исследования	I этап	II этап
Гемоглобин, г/л	$50,97 \pm 2,77$	$54,90 \pm 4,62$	$55,96 \pm 2,83^*$
СОЭ, мм/ч	$0,77 \pm 0,11$	$0,89 \pm 0,20$	$1,15 \pm 0,11^*$

Примечание. «*» – при $p \leq 0,05$ различия достоверны; n – количество особей в каждой группе.

К концу эксперимента отмечалось достоверное повышение уровня гемоглобина (до $55,96 \pm 2,83$ г/л) и незначительный рост СОЭ (до $1,15 \pm 0,11$ мм/ч), значения которых оставались в пределах физиологической нормы для осетровых. Концентрация общего белка в

сыворотке крови демонстрировала положительную динамику, достоверно увеличившись к концу второго этапа до $28,15 \pm 2,63$ г/л, что приближается к референсным значениям для природных популяций. Показатели холестерина и глюкозы на всех этапах находились в пределах физиологической нормы и не имели достоверной негативной динамики, что свидетельствует о нормальном липидном и углеводном обмене.

Таблица 3

Динамика физиолого-биохимических показателей крови гибрида «РуКал» ($n = 14$)

Показатель	Начало исследования	I этап	II этап
Общий белок, г/л	$22,06 \pm 18,65$	$25,70 \pm 1,10$	$28,15 \pm 2,63^*$
Холестерин, ммоль/л	$2,62 \pm 0,23$	$2,84 \pm 0,39$	$2,07 \pm 0,41$
Глюкоза, ммоль/л	$3,85 \pm 0,14$	$3,14 \pm 0,31$	$3,56 \pm 0,27$

Примечание. «*» – при $p \leq 0,05$ различия достоверны; n – количество особей.

В качестве нормативных значений использовались данные физиологических показателей осетровых в естественных условиях: СОЭ – 2,0–4,0 мм/ч, гемоглобин – 50,0–80,0 г/л, холестерин – 1,0–2,8 ммоль/л, общий белок – 28,0–40,0 г/л [3].

Таким образом, экспериментальные партии комбикормов производства ООО «БИФФ» обеспечивает высокую эффективность выращивания гибрида «РуКал», что подтверждается достоверным увеличением массы, коэффициента упитанности и среднесуточных приростов при 100%-й выживаемости.

Гематологические и биохимические показатели крови (уровень гемоглобина, общего белка, холестерина и глюкозы) у гибрида «РуКал» на протяжении всего эксперимента соответствовали физиологической норме для осетровых рыб, а их положительная или стабильная динамика свидетельствует об отсутствии метаболического стресса и хорошем физиологическом статусе рыб.

Результаты исследования подтверждают перспективность использования тестируемого комбикорма в технологиях выращивания гибридов осетровых для получения продукции высокого качества.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-16-00020 «Разработка инновационных технологических подходов к использованию альтернативного источника белка (сухая биомасса микроорганизмов - бактерий метанотрофов) в условиях высокоинтенсивного индустриального аквакультурного хозяйства».

Список литературы

1. Бердичевский Л.С., Абрамович Л.С. Гибридизация в аквакультуре осетровых рыб: теоретические и прикладные аспекты. – М.: ВНИРО, 2020. – 180 с.
2. Бойцова О.П. Интенсивные технологии в аквакультуре (УЗВ): теория и практика. – СПб.: Лань, 2019. – 320 с.
3. Металлов Г.Ф. Биохимические и морфофизиологические показатели русского осетра в современных экологических условиях Волго-Каспия // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: материалы и докл. междунар. симп. (Астрахань, 16-18 апр., 2007 г.). – Астрахань: АГТУ, 2007. – С. 484–486.

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯЧМЕНЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ПОЛЕГАЕМОСТИ, ЖАРЕ И ЗАСУХЕ В УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕННОЙ БОГАРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА

Халикова С.П., с.н.с.

Институт земледелия ТАСХН, Гиссар, пос. Шарора, Республика Таджикистан

e-mail: ziroatkor@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты комплексной оценки коллекционных и местных образцов ячменя по устойчивости к полегамости, жаро- и засухоустойчивости в условиях обеспеченной богары Центрального Таджикистана. Исследования проведены в 2016-2017 гг. с использованием морфофизиологических показателей и коэффициента сухости (К). Установлено, что 21,1 % образцов характеризуются высокой засухоустойчивостью, 56,1 % – средней и 22,8 % – низкой. Большинство образцов проявили высокую устойчивость к полеганию (4-5 баллов) и жароустойчивость. Выделен ценный исходный материал, перспективный для использования в селекционных программах по созданию адаптивных сортов ячменя для аридных регионов.

Ключевые слова: ячмень, исходный материал, полегамость, засухо- и жароустойчивость, коэффициент сухости, богарные условия

Введение. Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) является одной из ключевых зерновых культур в аридных регионах Центральной Азии. В условиях ограниченного увлажнения и высоких температур значительное значение приобретает устойчивость растений к полегамости, засухе и жаре, поскольку эти факторы напрямую влияют на продуктивность и качество зерна [Леман, 1984; Пасечник, 1990].

Полегамость чаще проявляется при избыточном увлажнении почвы, шквальных ветрах и высоком стеблестое, тогда как в засушливые годы растения, как правило, не полегают. Наибольшие потери урожая наблюдаются при полегании в ранние фазы развития, особенно в период налива зерна. Устойчивость к полеганию формируется под влиянием комплекса факторов: режима увлажнения, освещённости, густоты посевов, сроков сева и предшественников [Грязнов, 1966; Коледа, 1987].

Засухоустойчивость определяется способностью растений замедлять рост на начальных этапах вегетации, формировать мощную и глубоко проникающую корневую систему и регулировать транспирацию, что обеспечивает эффективное использование почвенной влаги в условиях весенне-летней засухи [Гончаров, 1993; Белякова, 1984]. Жароустойчивость также является важным адаптивным признаком, позволяющим растениям переносить высокие температуры и стрессовые условия.

Цель настоящего исследования заключалась в оценке коллекционных и местных образцов ячменя по полегамости, жаро- и засухоустойчивости в условиях обеспеченной богары Центрального Таджикистана с целью выделения перспективного исходного материала для селекционной работы. Задачи исследования включали:

1. Определение устойчивости к полеганию по пятибалльной шкале.
2. Оценку засухоустойчивости с использованием коэффициента сухости (К) [Маусский, 1965].
3. Характеризацию жароустойчивости и морфофизиологических признаков образцов.

Проведённая работа позволила создать базу данных генетически разнообразных и стрессоустойчивых форм ячменя, представляющих значительную ценность для селекции

адаптивных сортов, способных эффективно использовать ресурсы почвы и обеспечивать стабильную продуктивность в аридных условиях.

Материалы и методы исследования. Полевые испытания проводились на опытных делянках хозяйства «Зироаткор», расположенного в Гиссарском районе Центрального Таджикистана, в период 2016-2017 гг. В качестве объекта исследования использовались 57 образцов ячменя, включающих коллекционные линии ИКАРДА и местные сорта. Оценка устойчивости к полегаемости проводилась по пятибалльной шкале (А.А. Грязнов, 1966; К.В. Коледа, 1987), где 1 балл соответствовал сильно полегающим растениям, непригодным для механизированной уборки, а 5 баллов – полностью устойчивым к полеганию.

Засухоустойчивость определяли с использованием коэффициента сухости (К), рассчитанного по методике П.Е. Маусского [1965], учитывающей запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, суммарное количество осадков и температурный режим вегетационного периода. Жароустойчивость оценивали по морфофизиологическим признакам и состоянию растений в период максимальных температур.

Полевые и лабораторные методы исследования соответствовали общепринятым стандартам селекционных исследований [Доспехов, 1985]. Статистическую обработку полученных данных проводили методами вариационного анализа с использованием стандартных процедур оценки средней величины, коэффициента вариации и относительной частоты распределения признаков.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных таблицы показал, что большинство исследованных образцов ячменя обладают высокой устойчивостью к полеганию. В условиях обеспеченной богары 4–5 баллов по пятибалльной шкале получили 46 из 57 образцов ($\approx 80,7\%$), что свидетельствует о высокой механической прочности стеблей и способности растений выдерживать неблагоприятные погодные условия, включая ветровые нагрузки и повышенное увлажнение. Образцы с низкой устойчивостью к полеганию встречались единично и характеризовались вытянутыми стеблями и удлинёнными междоузлиями, что снижает их пригодность для механизированной уборки (рис. 1).

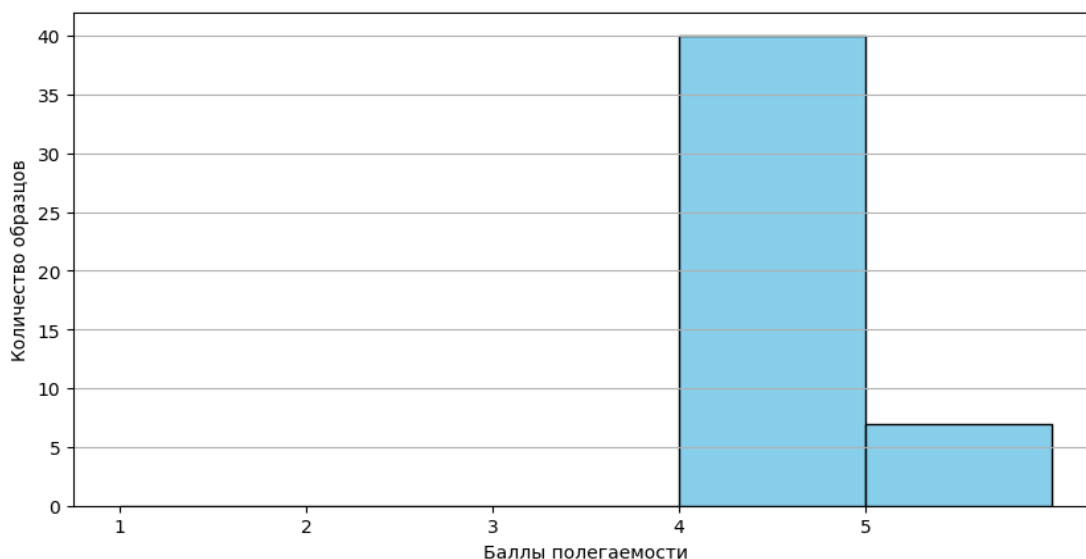


Рис. 1. Распределение образцов ячменя по устойчивости к полегаемости (в среднем за 2016-2027 гг.)

Таким образом, преобладание устойчивых форм среди изученного исходного материала указывает на их высокую селекционную ценность. Эти формы не только демонстрируют высокую механическую прочность стеблей и способность выдерживать неблагоприятные погодные условия, включая ветровые нагрузки и повышенное увлажнение, но и обладают выраженными адаптивными признаками к засухе и высокой температуре. Это делает их особенно перспективными для возделывания в аридных и полуаридных зонах Центрального Таджикистана и аналогичных регионах. Более того, такие образцы могут быть

включены в программы селекции для выведения новых сортов ячменя с улучшенными хозяйственно-ценными признаками, высокой продуктивностью и устойчивостью к комплексным стрессовым факторам, что способствует повышению продовольственной безопасности, рациональному использованию водных и почвенных ресурсов и экономической эффективности сельхозпроизводства.

Коэффициент сухости (К), рассчитанный по методике П.Е. Маусского [1965], позволил дифференцировать годы исследований на сухие ($K = 1,9-2,1$), среднеувлажнённые ($K = 2,5-3,0$) и влажные ($K = 3,2-4,2$). На основании этих показателей все 57 образцов распределились по степени засухоустойчивости следующим образом:

- высокая засухоустойчивость - 12 образцов (21,1 %);
- средняя - 32 образца (56,1 %);
- низкая - 13 образцов (22,8 %).

Наиболее устойчивыми к засухе оказались скороспелые формы раннего посева с хорошо развитыми корневыми системами и повышенным числом зародышевых корней (до 8,5), что обеспечивает эффективное укоренение и рациональное использование почвенной влаги в начальные фазы вегетации.

Жароустойчивость подавляющего большинства образцов оценивалась как высокая, что подтверждает их адаптацию к условиям высоких температур и водного дефицита. Средне- и позднеспелые формы проявляют более широкую вариативность адаптивных признаков, что открывает возможности для целенаправленного отбора в селекционных программах с учётом конкретных почвенно-климатических условий.

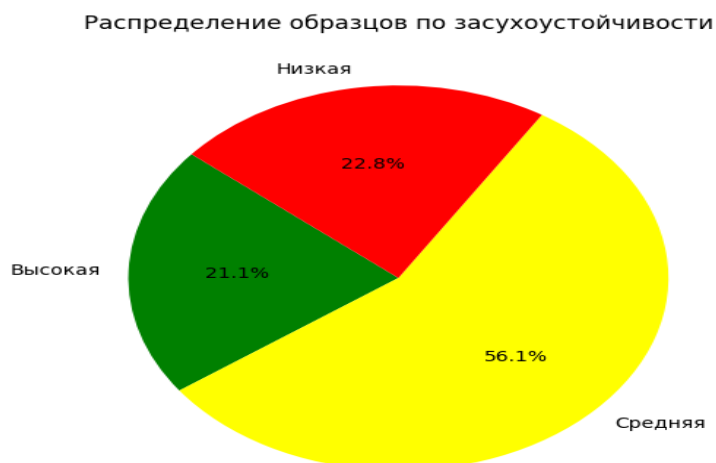


Рис. 2. Распределение образцов ячменя по засухоустойчивости (в среднем за 2016-2027 гг.)

Таким образом, анализ таблицы демонстрирует, что значительная часть изученных образцов сочетает высокую механическую прочность стеблей с адаптивными признаками к засухе и жаре. Эти свойства делают их перспективными для использования в селекции и выращивания в аридных условиях Центрального Таджикистана, а также для создания новых сортов ячменя с комплексной стрессоустойчивостью.

Оценка солеустойчивости образцов ячменя по делянкам и номерам ИКАРДА (2016-2017 гг.)

№ п/п	№ делянки	№ ИКАРДА	Полегаемость, балл	Жароустойчивость	Коэффициент, (К)	Категория засухоустойчивости
1	2	3	4	5	6	7
1	1	10	4	Высокая	2.05	Сухой год
2	2	10	4	Высокая	2.45	Среднеувлажненный год
3	3	3	4	Средняя	3.10	Влажный год
4	4	7	5	Высокая	2.00	Сухой год
5	5	1	4	Высокая	2.60	Среднеувлажненный год
6	6	29	4	Средняя	3.05	Влажный год
7	7	26	4	Высокая	2.15	Сухой год
8	8	3	4	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
9	9	11	4	Средняя	3.00	Влажный год
10	10	26	5	Высокая	1.95	Сухой год
11	12	3	4	Высокая	2.40	Среднеувлажненный год
12	13	26	4	Средняя	3.15	Влажный год
13	14	22	4	Высокая	2.10	Сухой год
14	17	19	4	Высокая	2.55	Среднеувлажненный год
15	18	5	5	Средняя	3.20	Влажный год
16	19	15	4	Высокая	2.05	Сухой год
17	20	20	4	Высокая	2.65	Среднеувлажненный год
18	21	10	4	Средняя	3.00	Влажный год
19	57	18	4	Высокая	2.00	Сухой год
20	58	19	5	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
21	59	20	4	Средняя	3.10	Влажный год
22	60	21	4	Высокая	2.05	Сухой год
23	63	24	4	Высокая	2.55	Среднеувлажненный год
24	64	25	4	Средняя	3.05	Влажный год
25	67	40	4	Высокая	2.10	Сухой год
26	68	41	5	Высокая	2.60	Среднеувлажненный год
27	69	41	4	Средняя	3.20	Влажный год
28	70	59	4	Высокая	2.05	Сухой год
29	71	–	4	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
30	72	60	4	Средняя	3.00	Влажный год
31	73	62	4	Высокая	2.10	Сухой год
32	74	66	5	Высокая	2.55	Среднеувлажненный год
33	75	71	4	Средняя	3.10	Влажный год
34	76	72	4	Высокая	2.00	Сухой год

Продолжение таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
35	77	76	4	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
36	78	–	4	Средняя	3.05	Влажный год
37	79	84	4	Высокая	2.05	Сухой год
38	80	85	4	Высокая	2.55	Среднеувлажненный год
39	81	90	4	Средняя	3.10	Влажный год
40	82	95	5	Высокая	2.00	Сухой год
41	83	96	4	Высокая	2.60	Среднеувлажненный год
42	84	97	4	Средняя	3.05	Влажный год
43	85	98	4	Высокая	2.10	Сухой год
44	121	16	4	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
45	122	15	4	Средняя	3.10	Влажный год
46	123	11	5	Высокая	2.05	Сухой год
47	125	3	4	Высокая	2.55	Среднеувлажненный год
48	127	22	4	Средняя	3.00	Влажный год
49	133	22	4	Высокая	2.05	Сухой год
50	135	19	5	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
51	136	30	4	Средняя	3.10	Влажный год
52	137	1	4	Высокая	2.00	Сухой год
53	138	26	4	Высокая	2.55	Среднеувлажненный год
54	140	3	4	Средняя	3.05	Влажный год
55	144	37	4	Высокая	2.05	Сухой год
56	145	26	5	Высокая	2.50	Среднеувлажненный год
57	147	68	4	Средняя	3.10	Влажный год

Примечание. Из 57 исследованных образцов 32 (56,1 %) отнесены к категории средней устойчивости, 13 (22,8 %) – к низкой, 12 (21,1 %) – к высокой.

Выводы

1. В результате исследований 57 образцов ячменя, включая коллекционные формы ИКАРДА и местные сорта, выявлено преобладание устойчивых к полеганию форм: 46 образцов ($\approx 80,7$ %) получили 4–5 баллов по пятибалльной шкале, что указывает на высокую механическую прочность стеблей и способность выдерживать неблагоприятные погодные условия.

2. Засухоустойчивость оценена на основе коэффициента сухости (К) с учётом запасов продуктивной влаги, осадков и температурного режима. 12 образцов (21,1 %) проявили высокую засухоустойчивость, 32 образца (56,1 %) – среднюю, 13 образцов (22,8 %) – низкую, что демонстрирует значительное генетическое разнообразие исходного материала.

3. Жароустойчивость большинства изученных образцов была высокой, что подтверждает их адаптацию к условиям высоких температур и водного дефицита. Скороспелые формы раннего посева сочетали развитую корневую систему с высокой засухо- и жароустойчивостью, обеспечивая эффективное использование влаги и питательных веществ почвы в начальные фазы вегетации.

4. Полученные результаты подтверждают селекционную ценность изученного исходного материала и могут быть использованы для выведения новых сортов ячменя с комплексной стрессоустойчивостью, высокой продуктивностью и адаптацией к аридным и полуаридным условиям Центрального Таджикистана.

5. Сформированная база данных генетически разнообразных и стрессоустойчивых образцов создаёт основу для дальнейших генетических исследований и целенаправленного отбора, направленного на повышение устойчивости агроэкосистем к экстремальным климатическим условиям.

Список литературы

1. Леман Н.А. Ячмень: биологические особенности и продуктивность. - М.: Колос, 1984. - 256 с.
2. Пасечник А.Д. Урожайность зерновых культур и факторы полегания. - Киев: Урожай, 1990. - 184 с.
3. Грязнов А.А. Методы селекционной оценки зерновых культур. - М.: ВИР, 1966. – 132 с.
4. Коледа К.В. Полегаемость и устойчивость ячменя. - Л.: Сельхозиздат, 1987. - 98 с.
5. Гончарова П.Л. Засухоустойчивость ячменя. - М.: Агропромиздат, 1993. - 144 с.
6. Белякова И.И. Морфофизиологические особенности засухоустойчивых культур. - М.: Наука, 1984. - 120 с.
7. Генгель П.А. Адаптация растений к стрессовым условиям. - Л.: Наука, 1956. - 200 с.
8. Маусский П.Е. Методы оценки засухоустойчивости зерновых культур. - М.: ВИР, 1965. - 98 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевых опытов. - М.: Колос, 1985. - 320 с.
10. ICARDA. Barley Germplasm Collection. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria, 2015-2017 [Электронный ресурс]. – URL: www.icarda.org.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ БУРЯТИИ

Цыбенков Б.Б., канд. с.-х. наук, с.н.с.

Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Улан-Удэ, Россия
e-mail: tsybenovbb@sfsca.ru

Аннотация. Представлены результаты оценки сортов и перспективных номеров яровой пшеницы по продуктивности, адаптивной способности, экологической устойчивости и фенотипической стабильности в жестких гидротермических условиях сухостепной зоны. Установлено, что повышение продуктивности у новых сортов не всегда сопровождается ростом их устойчивости к стрессовым условиям возделывания.

Ключевые слова: яровая пшеница, селекция, сухая степь, сорт, перспективный номер, продуктивность, адаптивная способность, экологическая устойчивость, фенотипическая стабильность

Урожайность яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Бурятии подвержена значительной изменчивости, на величину которой основное влияние оказывает характер распределения осадков в течение вегетации растений. Внедрение в производство высокопродуктивных экологически устойчивых сортов является определяющим фактором в повышении урожайности и ее стабильности по годам. Следовательно, правильный выбор сорта, с учетом всей совокупности его свойств, определяющих пригодность для той или иной местности, приобретает здесь первостепенное значение. Исходя из этого, эффективная оценка районированных сортов и перспективных сортообразцов яровой пшеницы по уровню адаптивной способности, фенотипической пластичности, стабильности и экологической устойчивости имеет большое значение как для производства, так и для практической селекции культуры, ориентированной на создание высокопродуктивных сортов, адаптированных к конкретным агроэкологическим условиям, в которых они смогут максимально реализовать свой генетический потенциал.

Среди многих методик оценки адаптивной способности, экологической пластичности, стабильности генотипов в настоящее время остается популярной и эффективной методика, предложенная Эберхартом и Расселом [1]. Данная методика в интерпретации В.А. Зыкина с соавт. [2] и дополненная некоторыми показателями, предложенными А.А. Гончаренко [3], позволила нам достаточно полно оценить сорта и перспективные номера яровой пшеницы по признаку «урожайность» на основе анализа экспериментальных данных, полученных в конкурсном сортоиспытании отдела селекции и семеноводства Бурятского НИИСХ за 2005-2013 гг. Условия, объекты и методика сортоиспытаний были подробно представлены нами ранее [4]. Следует добавить, что за годы исследований наблюдались значительные отклонения в характере распределения атмосферных осадков за вегетационный период, а также то, что среднесуточная температура воздуха во время активной вегетации превышала среднемноголетние показатели в течение всего анализируемого периода. Складывавшиеся метеоусловия определяли высокую степень варьирования урожайности яровой пшеницы по годам исследований, что позволило выявить определенные сортовые особенности.

Положительные индексы условий среды (I_j) были отмечены в 2007-2012 гг. (0,14; 0,84; 4,20; 0,31; 0,59; 3,14), отрицательные - в 2005, 2006 и 2013 гг. (-4,35; -0,52; -4,36 соответственно). Сопоставление полученных фактических данных урожайности сортов и сортообразцов яровой пшеницы с общим количеством осадков за период активной вегетации растений (май - август) не выявило никаких закономерностей и даже более того, отмечалось несоответствие положительных индексов среды с большим количеством осадков за вегетацию. Так, самыми благоприятными были 2009 и 2012 годы с индексами условий I_j равными соответственно +4,2 и +3,1 хотя по общей сумме осадков за период май - август разница в эти годы составила 44,9 мм в пользу второго. Также надо отметить, что общее количество осадков за май - август в 2009 г. составило 152,1 мм, что было меньше на 16,8 мм, чем в 2005 г., являвшимся одним из самых неблагоприятных годов с индексом условий среды -4,4. Также было выявлено, что урожайность всей совокупности сортов и перспективных номеров находилась в существенной положительной зависимости с количеством осадков во второй декаде июня ($r = 0,80$) и в первой декаде августа ($r = 0,75$). При этом высокая продуктивность обеспечивалась при выпадении достаточного количества осадков за оба периода (2009, 2012 гг.). Если в достаточном количестве осадками был обеспечен какой-либо один из этих периодов, то урожайность значительно снижалась (2006 г.). Самые неблагоприятные годы (2005 и 2013 гг.) отличались засушливыми условиями в течении данных периодов. Таким образом, на уровень урожайности яровой пшеницы в сухостепной зоне влияет не общее количество осадков за вегетацию, а обеспеченность ими наиболее важных, критических по отношению к влагообеспеченности периодов вегетации растений - фаз кущения и молочной спелости.

При одновременном посеве (II декада мая) в условиях сухой степи продуктивность среднеспелых сортов, в среднем за годы исследований, была выше, чем у сортов среднеранней группы. Исключением был лишь один случай в самом благоприятном 2009 г., когда средняя урожайность сортов различных групп спелости нивелировалась, а у сортов Лютесценс 937 и Арюна она превышала урожайность некоторых сортов среднеспелой группы на 2,8-3,5 и 1,0-2,3 ц/га соответственно. Перспективные номера Л-952 и Л-1061, относящиеся к среднеспелой группе, за все время исследований отличались большей продуктивностью по сравнению с сортами данной группы, за исключением их урожайности в 2012 г., когда она оказалась на 0,5 ц/га ниже.

Как уже отмечалось, перспективные номера по продуктивности превосходили все сорта среднеспелой группы, однако ежегодная достоверная прибавка отмечалась лишь у номера Л-952. Исключением был благоприятный 2012 г., когда его урожайность была достоверно ниже урожайности стандарта Бурятская 79. Номер Л-1061 за все годы без исключений по урожайности превосходил стандарт на 0,5-5,8 ц/га, но в 2010 и 2012 гг. ее прибавка была в пределах ошибки опыта. Положительной особенностью данных сортообразцов было то, что в стрессовых условиях (2005 и 2013 гг.) не наблюдалось значительного снижения их урожайности - она превышала показатель стандарта на 3,3 и 3,7 ц/га, соответственно у номера Л-1061 и на 2,2 и 2,6 ц/га у номера Л-952, что указывает на их высокую засухоустойчивость.

В зависимости от агроэкологических условий возделывания варьирование урожайности (C_v , %) в среднем по группе среднеранних сортов было несколько выше, чем у среднеспелых сортов и номеров. Наибольшей фенотипической стабильностью урожайности в первой группе отличался сорт Тулунская 12, а во второй - сорта Бурятская 34 и Селенга, а также сортообразец Л-1061. Последний в отличие от перечисленных сортов обладал наименьшим отклонением урожайности от линии регрессии (S^2_{di}), что также подтверждает высокую стабильность его урожайности (см. таблицу).

Предложено считать оптимальным сорт, имеющий высокое среднее значение признака, коэффициент регрессии (b_i) близкий к единице и наименьшее отклонение от линии регрессии (S^2_{di} ближе к нулю) [1, 2]. Среди изученных сортов и номеров лучше всего по этим показателям характеризовались сорта Бурятская 551 ($b_i = 1,21$; $S^2_{di} = 0,38$) и Бурятская остистая ($b_i = 1,17$; $S^2_{di} = 0,79$). Однако их урожайность возрастала только в благоприятные годы и превышала показатель стандарта Бурятская 79 на 4,7-5,0 ц/га, а в условиях стресса практически полностью нивелировалась с ней. Данный факт говорит о том, что у этих сортов повышение адаптивного потенциала не сопровождалось увеличением их стрессоустойчивости. Свидетельством этого также являются показатели их экологической устойчивости ($Y_2 - Y_1$) - увеличение разрыва между максимальной и минимальной урожайностью свидетельствует о снижении приспособительных возможностей генотипов.

Статистические параметры адаптивного потенциала сортов и сортообразцов яровой пшеницы по признаку «урожайность», 2005-2013 гг.

Сорт/сортообразец	Урожайность, ц/га ($M \pm m$)	Y_2 (min) - Y_1 (max)	$(Y_1 + Y_2)/2$	Cv, %	b_i	S^2_{di}
<i>Среднеранняя группа</i>						
Лютесценс 937 (ст.)	13,0±2,6	-11,0	13,7	26,5	1,14	1,11
Тулунская 12	12,3±2,1	-8,9	11,4	21,8	0,83	1,62
Арюна	13,2±2,4	-9,0	13,2	23,8	1,04	0,89
<i>Среднеспелая группа</i>						
Бурятская 79 (ст.)	13,5±2,2	-9,7	13,5	21,4	0,93	1,26
Онохойская 4	14,9±2,3	-8,7	14,4	20,2	0,88	3,00
Бурятская 34	15,1±2,2	-7,9	14,2	18,9	0,89	1,62
Селенга	14,3±2,0	-8,0	14,3	18,2	1,14	1,27
Бурятская остистая	14,8±2,7	-10,8	14,7	23,4	1,17	0,79
Бурятская 551	14,6±2,7	-10,9	15,0	24,2	1,21	0,38
<i>Перспективные номера среднеспелой группы</i>						
Л-952	16,6±2,8	-12,5	17,5	22,2	1,14	3,13
Л-1061	15,9±2,1	-8,9	16,8	17,4	0,90	1,06

Сорта Лютесценс 937 и Селенга, а также перспективный номер Л-952 хорошо отзывались на изменение условий (b_i), однако их фенотипическая стабильность (S^2_{di}) снижалась (1,11; 1,27 и 3,13 соответственно). Сорта Бурятская 34, Селенга, Онохойская 4, Тулунская 12 и перспективный номер Л-1061, по сравнению с вышеуказанными сортами, обладают наибольшей экологической устойчивостью ($Y_2 - Y_1$), но наряду с этим, они все, кроме сорта Селенга, характеризуются наименьшей отзывчивостью на улучшение условий среды (b_i) (0,89, 0,88, 0,83 и 0,90 соответственно). Такое свойство присуще сортам с высокой экологической устойчивостью [3]. Кроме того, у таких сортов уровень генетической гибкости урожайности, характеризующийся их средней урожайностью в контрастных условиях ($Y_1 + Y_2/2$) возрастает при снижении коэффициента вариации урожаев по годам.

Данные таблицы свидетельствуют, что из всего набора изучаемых сортов и сортообразцов больше всего свойствами, присущими сортам с высокой экологической устойчивостью, обладает перспективный номер Л-1061. У него выявлена высокая степень соответствия между генотипом и различными факторами среды (16,8 ц/га) при наименьшем варьировании урожайности (17,4 %), высокая стрессоустойчивость ($Y_2 - Y_1$) сочетается с относительно низкой нормой реакции на изменение условий возделывания ($b_i = 0,90$). Единственным недостатком таких сортов может быть недобор урожая в максимально благоприятные годы из-за слабой отзывчивости на факторы среды [3], что подтвердилось в

самом благоприятном 2009 г., когда урожайность номера Л-1061 оказалась на 2,5 ц/га ниже урожайности другого перспективного номера Л-952, который лучше отзывается на улучшение условий возделывания ($b_i = 1,14$). Характеризуя перспективный номер Л-952 можно отметить, что данный сортообразец обладает высокой потенциальной урожайностью, его можно отнести к сортам интенсивного типа, он обладает высокой компенсаторной способностью ($Y_1 + Y_2/2$), хорошо отзывается на улучшение условий возделывания, но при этом характеризуется самыми низкими показателями устойчивости к стрессовым условиям ($Y_2 - Y_1$) и фенотипической стабильности (S^2_{di}). У него, также как у сортов Бурятская остистая и Бурятская 551, высокая потенциальная продуктивность обусловлена генетически, а повышение адаптивного потенциала было асимметричным и не способствовало усилению стрессоустойчивости.

Решение проблемы экологической пластичности сортов кроется в их привязке к конкретным лимитирующим факторам среды [3], т.е. селекционный процесс должен быть ориентирован на повышение адаптивности к экстремальным погодным условиям среды, начиная с отбора материала на ранних ее этапах. Однако добиться сочетания в одном генотипе многих положительных признаков очень трудно. Это подтверждается на примере изученных перспективных номеров. Так, номер Л-952 за время исследований проявил наибольшую продуктивность, хорошо отзывался на улучшение условий возделывания, что позволяет отнести его к сортам интенсивного типа, но при этом он отличался нестабильностью и слабой стрессоустойчивостью. Номер Л-1061 в отличие от него обладал высокими показателями фенотипической стабильности и экологической устойчивости. По продуктивности и генетической гибкости эти номера были схожи, однако номер Л-1061 отличался относительно низкой нормой реакции на изменение условий возделывания.

Список литературы

1. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. - 1966. - P. 36-40.
2. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: Методические рекомендации. - Новосибирск, 1984. - 26 с.
3. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. - 2005. - № 6. - С. 49-53.
4. Цыбенков Б.Б., Билтуев А.С. Формирование урожайности яровой пшеницы в аридных условиях Бурятии // Вестник КрасГАУ. - 2016. - № 6 (117). - С. 120-125.

<https://doi.org/10.26898/2026-43>
УДК 633.37:631.524.84(571.1)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ (*LATHYRUS SATIVUS* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА РОССИИ

Чеботько А.В., студент,
Полянский А.Е., студент,
Пленкова В.С., студент

Научный руководитель – Маракеева Т.В., канд. с.-х. наук, доцент
Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия
e-mail: tv.marakeeva@omgau.org

Аннотация. В статье изложены результаты исследования сортов чины посевной, в ходе которого установлено, что почвенно-климатические условия южной лесостепи Западной Сибири способствуют стабильному и высокому урожаю этой культуры. Установлены различия между сортами по урожайности, а также выделены наиболее перспективные для региональной селекционной работы. Полученные данные могут послужить основой для развития производства чины в условиях Западной Сибири, способствуя расширению аграрного ассортимента и повышению эффективности земледелия.

Ключевые слова: чина посевная, сорт, элементы продуктивности, урожайность, коэффициент корреляции

Чина посевная (*Lathyrus sativus* L.) – ценная зернобобовая культура, используемая для получения зерна, сена и зеленой массы, превосходящая по питательным качествам многие другие бобовые. Ее зеленая масса содержит больше белка, незаменимых аминокислот и каротина. В зерне содержится 25–32 % полноценного белка, подобного по составу гороху и нуту, а в зеленой массе – витамины Е, РР, В₁, В₂, В₅. Минеральный состав богат калием, фосфором, магнием, а корни фиксируют атмосферный азот, делая чину хорошим предшественником для других культур [1].

В настоящее время культура наиболее популярна в Индии, Алжире, Египте и странах Западной Европы [2]. В России посевная площадь культуры составляет 13,5 тыс. га. За последние пять лет отмечается расширение площадей выращивания – на 37,1% (рис. 1).

Согласно статистике, урожайность чины посевной в Российской Федерации на протяжении последних лет нестабильна. В прошлом году она составила 12,1 ц/га, сократив показатель предыдущего на 29,7 %. По данным Росстата, в 2024 г. собрали 497,4 тыс. т данного вида зернобобовых, что на 4,6% (на 23,9 тыс. т) меньше значения предыдущего года. Причиной этому послужили неблагоприятные погодные условия, обусловленные частыми проливными дождями на большей территории страны (рис. 2).

Благодаря высокой засухоустойчивости чину посевную успешно выращивают на зерно в районах Среднего и Нижнего Поволжья, Башкирии, Челябинской и Воронежской областях, Закавказье и Средней Азии, а на зеленый корм и сено - в горных районах Кавказа.

В отличие от южных и полузасушливых регионов России, где культура уже успешно выращивается, в Западной Сибири она пока не получила широкого распространения. Согласно классификации агроклиматических зон, Омская область находится в зоне тёплого и умеренно увлажнённого климата, а за последние 130 лет отмечена тенденция к повышению среднегодовой температуры воздуха в регионе [3], что создает предпосылки для внедрения новых сельскохозяйственных культур. В связи с этим возникает необходимость изучения

вероятных возможностей выращивания чины посевной в условиях Омской области, что и определяет актуальность данной работы.

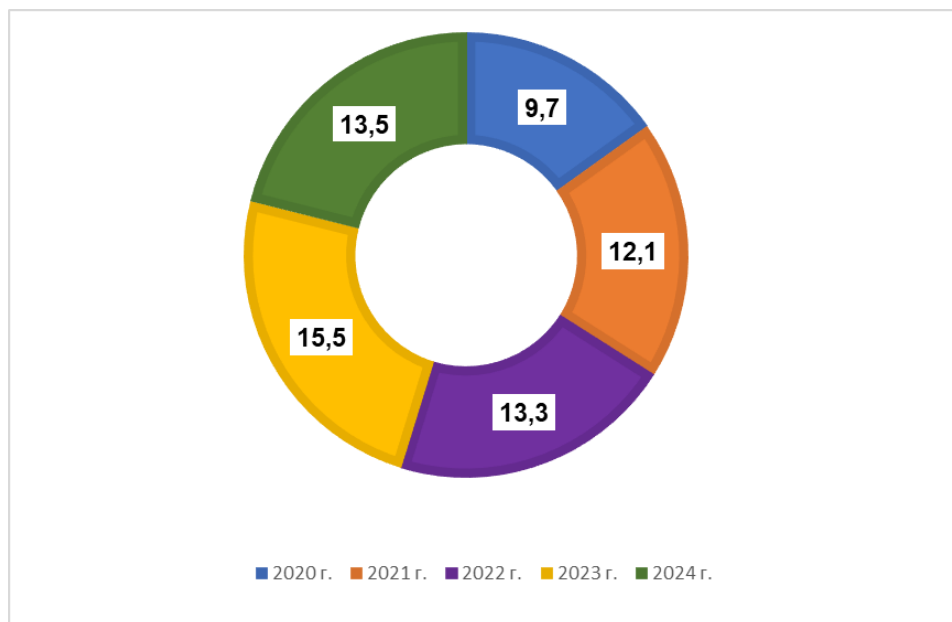


Рис. 1. Посевные площади чины посевной в РФ, тыс. га (2020-2024 гг.)



Рис. 2. Валовой сбор (тыс. т) и урожайность (т/га) чины посевной в РФ (2020-2024 гг.)

Цель исследования - изучение потенциальной продуктивности сортов чины посевной в условиях Омской области.

Объектом исследования являлись сорта чины посевной селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»: Мраморная, Ячейка, Елена, Жемчужина. Научная работа проведена на опытном участке Омского ГАУ, расположенном в южной лесостепи Западной Сибири. Посев осуществлен во второй декаде мая сеялкой ССФК-7 на площади 5 м², междурядья – 15 см, глубина заделки – 5 см, коэффициент высева – 0,7 млн зерен/га. Почва – лугово-черноземная, характеризующаяся содержанием гумуса 3,95%, подвижного фосфора – 154 мг/кг, калия – 236 мг/кг, рН = 6,5. Согласно классификации зон увлажнения по гидротермическому коэффициенту

Г.Т. Селянинова [4], в 2024 и 2025 годах были сформированы слабо засушливые климатические условия (ГТК = 1,21 и 1,03 соответственно), а в 2023 – очень засушливые (ГТК = 0,75).

Лабораторные и полевые исследования были выполнены в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5], методическим указаниям ВИР по изучению зернобобовых культур [6]. Для анализа полученных результатов использовались рекомендации по статистической обработке, изложенные в учебнике Б.А. Доспехова [7], а также программные комплексы Microsoft Excel.

При изучении элементов продуктивности сортов чины посевной установлено, что очень засушливые условия 2023 года отрицательно повлияли на завязываемость бобов снизив их число на растении по сравнению с более благоприятными по влагообеспеченности 2024 и 2025 годами на 37,5 и 22,4 % соответственно (табл. 1). В среднем за три года исследований наибольшее значение показателя отмечено у сорта Рачейка (32,6 шт.). По семенной продуктивности сорт Жемчужина превзошел остальные сорта на 1,6-3,0 г, показав массу семян с растения 7,8 г. Средний показатель массы 1000 семян у сортов чины посевной составил 230,2 г. Наибольшее значение признака зафиксировано у сорта Елена (257,2 г), наименьшее – у сорта Мраморная (213,1 г).

Таблица 1

Элементы семенной продуктивности сортов чины посевной									
Сорт	Число бобов, шт./раст.				Масса семян, г/раст.				Масса 1000 семян, г (среднее за 2023-2025 гг.)
	2023	2024	2025	Среднее	2023	2024	2025	Среднее	
Елена	11,2	23,1	19,1	17,8	4,3	5,8	4,2	4,8	257,2
Жемчужина	21,2	31,6	22,4	25,1	5,3	9,8	8,4	7,8	234,4
Рачейка	25,4	40,1	33,4	32,9	4,9	7,2	6,1	6,1	216,0
Мраморная	21,0	31,2	26,5	26,2	4,8	7,2	6,4	6,1	213,1
Среднее	19,7	31,5	25,4	25,5	4,8	7,5	6,3	6,2	230,2
НСР ₀₅	5,6	4,6	2,4	-	0,3	1,1	1,4	-	2,9

За годы исследований самый высокий урожай семян чины (2,09 т/га) получен в 2024 г., по сравнению с 2023 и 2025 гг. превышение составило 62,0 и 24,0% соответственно (табл. 2). Диапазон средней урожайности по сортам за годы эксперимента был на уровне 1,58–1,79 т/га. По показателю урожайности семян выделился сорт Рачейка (1,79 т/га). Самое низкое значение показателя отмечено у сорта Мраморная (1,58 т/га).

Таблица 2

Урожайность сортов чины посевной				
Сорт	Год изучения			
	2023	2024	2025	Среднее
Елена	1,21	2,01	1,64	1,62
Жемчужина	1,52	2,19	1,66	1,79
Рачейка	1,19	2,13	1,66	1,66
Мраморная	1,25	2,05	1,45	1,58
Среднее	1,29	2,09	1,60	1,66
НСР ₀₅	0,12	0,07	0,14	-

В результате анализа взаимосвязей между изученными признаками установлено, что при формировании урожайности семян чины посевной высокое значение имеет число бобов с растения ($r = 0,76$) и масса семян с растения ($r = 0,74$). Кроме того, выявлена средняя корреляция между урожайностью и числом семян в бобе ($r = 0,59$), числом семян с растения ($r = 0,57$), а также массой 1000 семян ($r = 0,48$) (рис. 3).

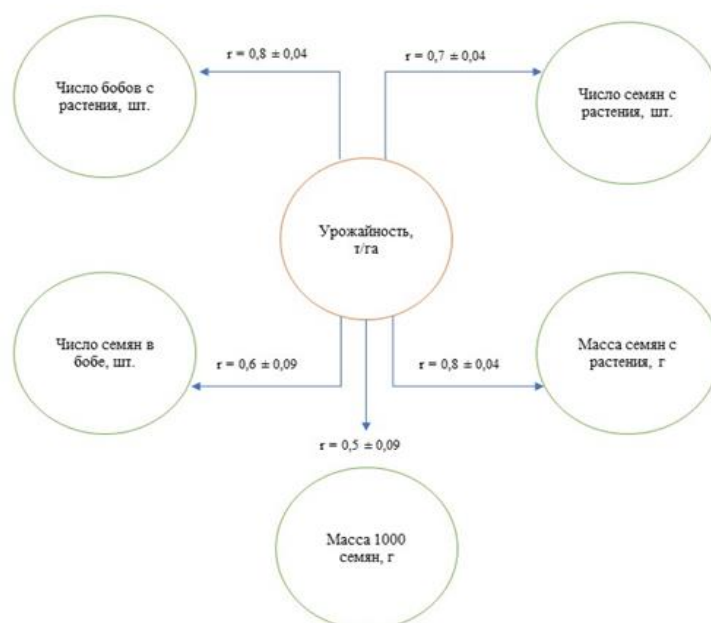


Рис. 3. Корреляционная зависимость урожайности от элементов продуктивности чины посевной

Результаты исследований подтвердили, что почвенно-климатические условия южной лесостепи Западной Сибири способствуют формированию высоких урожаев семян чины посевной. Проведенное изучение данной культуры выявило различия между сортами по уровню урожайности. Сорта чины посевной Жемчужина и Рачейка рекомендуется использовать как источники высокой продуктивности в селекционной работе по данной культуре в регионе.

Список литературы

1. Маракаева Т.В., Христич В.В., Зайцев С.А. Сравнительная оценка кормовой продуктивности чины посевной в различных эколого-географических условиях // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24. - № 9. – С. 1203-1213. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-09-1203-1213.
2. Зайцев С.А., Бычкова В.В., Маракаева Т.В. Оценка качества семян и зеленой массы чины посевной при возделывании в разных регионах РФ // Вавиловские чтения - 2023: сб. науч. тр. – Саратов, 2023. – С. 335-342.
3. Аксенова Ю.В., Шмидт А.Г. Оценка природно-ресурсного потенциала земледельческой территории Омской области // Российская сельскохозяйственная наука. – 2024. – № 3. – С. 8–14. DOI: 10.31857/S2500262724030021.
4. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165–177.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. - 2019. - Вып. 1. - 329 с. – URL: <https://gossortrf.ru/publication/metodiki-po-ksi.php>.
6. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / сост. Н.И. Корсаков, О.П. Адамова, В.И. Буданова и др. Л.: ВИР, 1975. – 59 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. – 352 с.

КОСТРЕЦ БЕЗОСТЫЙ В СЕЛЕКЦИИ: АНАЛИЗ УРОЖАЙНОСТИ И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Юсова О.А., канд. с.-х. наук,
Решетникова Е.С.

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: yusova@anc55.ru; resetnikova2004@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по селекционной оценке образцов костреца безостого с акцентом на показатели урожайности и биохимического состава растительной массы. Актуальность работы обусловлена необходимостью создания новых сортов костреца, сочетающих высокую продуктивность с улучшенными кормовыми качествами (повышенным содержанием протеина и оптимальным уровнем крахмала). В ходе работы изучены селекционные образцы костреца омской селекции. Оценка урожайности проводилась в полевых условиях в период 2023–2025 гг. Для дальнейших исследований выделены образцы с оптимальным соотношением протеина и крахмала, обеспечивающим высокую питательную ценность корма.

Ключевые слова: кострец, белок, клетчатка, урожайность, селекция

Кострец безостый – важная кормовая культура, широко применяемая в сельском хозяйстве на сенокосах и пастбищах. Его высокая адаптивность к различным почвенно-климатическим условиям, устойчивость к засухе и способность формировать обильную зелёную массу делают его ценным компонентом кормовой базы животноводства. В условиях растущего спроса на качественные корма особую актуальность приобретает селекция костреца, направленная на повышение урожайности и оптимизацию биохимического состава растительной массы [1, 2].

Стандартом выступал сорт костреца безостого СибНИИСХоз 189 – включён в Госреестр РФ, а также в Республике Казахстан с 1957 г.

По результатам исследований стандартного образца, средняя массовая доля белка в первый год использования составляет 14,8%, во второй год использования 11,8%. Содержание клетчатки в первый год использования – 29,6%, во второй год – 28,7%. В первый год урожайность составляет 22,6 т/г, во второй – 20,47 т/г (рис. 1).

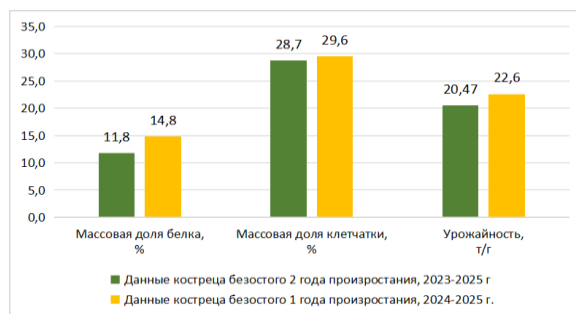


Рис. 1. Биохимические показатели костреца безостого сорта СибНИИСХоз 189

Исследования образцов костреца безостого первого года произрастания показали, что содержание белка варьирует от 11,6 до 21,1%. Среднее арифметическое данного показателя

составляет $15,2 \pm 0,22\%$. Точность проведения опыта очень высокая ($S_x = 1,4\%$). Коэффициент вариации средний ($V = 11,5\%$).

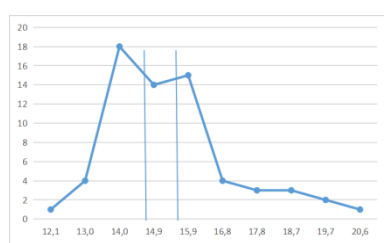
Минимальное содержание сырого протеина от 11,58 до 13,49 % наблюдается у 1 и 2 классов, максимальное 18,26% до 21,11% с 8 по 10 классы, при минимальном числе образцов (рис. 2, а). Согласно доверительному интервалу, большинство образцов содержит сырого протеина 14,8-15,6 %. Превышают стандарт (СибНИИСХоз 189) по содержанию сырого протеина такие линии как: сп-1-21/23-79/2, сп-1-21/23-49/6, сп-1-21/23-52/4, сп-1-21/23-53/5, сп-1-21/23-120/2, сп-1-21/23-13/6, сп-1-21/23-113/6, сп-1-21/23-16/6, сп-1-21/23-4/6, сп-1-21/23-26/4, сп-1-21/23-15/7, сп-1-21/23-12/3, сп-1-21/23-33/6, сп-1-21/23-121/7, сп-1-21/23-23/4, сп-1-21/23-21/2, сп-1-21/23-16/7, сп-1-21/23-45/6, сп-1-21/23-36/3, сп-1-21/23-52/5, сп-1-21/23-93/2, сп-1-21/23-39/3, сп-1-21/23-39/4, сп-1-21/23-91/2, сп-1-21/23-80/3, сп-1-21/23-18/4, сп-1-21/23-18/2, сп-1-21/23-19/2, сп-1-21/23-12/6, сп-1-21/23-89/7, сп-1-21/23-19/4, сп-1-21/23-4/3, сп-1-21/23-118/3, сп-1-21/23-116/5, сп-1-21/23-81/5, сп-1-21/23-86/2, сп-1-21/23-42/4 ($+0,1...+6,3\%$ к st.).

Среднее арифметическое сырой клетчатки в образцах составляет $29,8 \pm 0,16\%$. Точность проведения опыта очень высокая ($S_x = 0,5\%$). Коэффициент вариации низкий ($V = 4,3\%$).

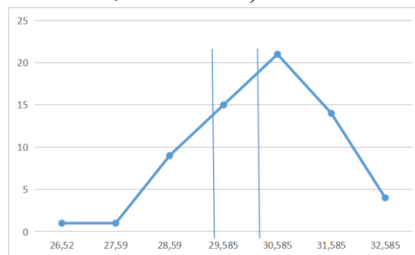
Содержание сырой клетчатки от 26,03 до 29,07 % наблюдается с 1 по 3 классы; содержание от 32,1 до 33,07 % - у 7 класса с минимальным числом образцов (рис. 2, б). Согласно доверительному интервалу, у большинства образцов содержание сырой клетчатки составляет 29,4-30,1 %. Показатели сырой клетчатки ниже стандарта (СибНИИСХоз 189) отмечены у линий: сп-1-21/23-46/6, сп-1-21/23-120/3, сп-1-21/23-79/2, сп-1-21/23-49/6, сп-1-21/23-51/3, сп-1-21/23-53/5, сп-1-21/23-13/6, сп-1-21/23-113/6, сп-1-21/23-21/2, сп-1-21/23-45/6, сп-1-21/23-114/7, сп-1-21/23-97/7, сп-1-21/23-46/4, сп-1-21/23-38/6, сп-1-21/23-80/3, сп-1-21/23-19/2, сп-1-21/23-12/6, сп-1-21/23-19/4, сп-1-21/23-4/3, сп-1-21/23-115/7 ($-0,3...3,2\%$ к st.).

Среднее арифметическое урожайности по питомнику составляет $25,4 \pm 0,76$ ц/га. Точность проведения опыта хорошая ($S_x = 3,0\%$). Коэффициент вариации высокий ($V = 24,1\%$).

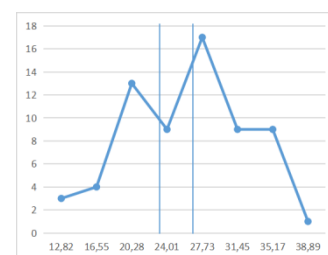
Минимальный показатель урожайности 10,96-18,41 ц/га наблюдается у 1 и 2 классов, максимальный от 33,31 до 42,75 ц/га у 7 и 8 классов, при минимальном числе образцов (рис. 2, в). Согласно доверительному интервалу, большинство образцов имеет показатели урожайности от 23,9 до 27,0 ц/га. Превышают стандарт (СибНИИСХоз 189) по показателю урожайности следующие линии: сп-1-21/23-79/2, сп-1-21/23-49/6, сп-1-21/23-52/4, сп-1-21/23-113/6, сп-1-21/23-16/6, сп-1-21/23-121/2, сп-1-21/23-26/4, сп-1-21/23-12/3, сп-1-21/23-33/6, сп-1-21/23-25/3, сп-1-21/23-23/4, сп-1-21/23-21/2, сп-1-21/23-4/2, сп-1-21/23-39/3, сп-1-21/23-16/7, сп-1-21/23-45/6, сп-1-21/23-114/7, сп-1-21/23-36/3, сп-1-21/23-97/7, сп-1-21/23-40/3, сп-1-21/23-39/4, сп-1-21/23-103/2, сп-1-21/23-91/2, сп-1-21/23-38/6, сп-1-21/23-35/4, сп-1-21/23-80/3, сп-1-21/23-18/2, сп-1-21/23-19/2, сп-1-21/23-9/3, сп-1-21/23-12/6, сп-1-21/23-89/7, сп-1-21/23-19/4, сп-1-21/23-7/3, сп-1-21/23-6/6, , сп-1-21/23-32/3, сп-1-21/23-82/2, сп-1-21/23-118/3, сп-1-21/23-115/7, сп-1-21/23-74/7, сп-1-21/23-86/2, сп-1-21/23-42/4 ($+1,04...+18,08\%$ к st.).



а



б



в

Рис. 2. Урожайность и биохимические показатели костреца безостого в 1 год произрастания: а – распределение по классам массовой доли сырого протеина, %; б – распределение по классам массовой доли сырой клетчатки костреца безостого, %; в – распределение по классам урожайности костреца безостого, ц/га

Среднее арифметическое сырого протеина по питомнику второго года произрастания составляет $12,5 \pm 0,30$ %. Точность проведения опыта хорошая ($S_x = 2,4\%$). Коэффициент вариации средний ($V = 19,4\%$).

Содержание белка от 8,05 до 10,29 % наблюдается у 1 класса, от 14,8 до 21,54 % с 4 по 6 классы у минимального числа образцов (рис. 3, а). Согласно доверительному интервалу, большинство образцов содержит сырого протеина 11,9-13,1 %. Превышают стандарт по содержанию сырого протеина (СибНИИСХоз 189) такие линии как: сп-1-21/22-78/5, сп-1-21/22-74/6, сп-1-21/22-76/3, сп-1-21/22-91/2, сп-1-21/22-117/5, сп-1-21/22-34/6, сп-1-21/22-36/3, сп-1-21/22-28/3, сп-1-21/22-12/7, сп-1-21/22-60/7, сп-1-21/22-59/5, сп-1-21/22-56/6, сп-1-21/22-41/2, сп-1-21/22-40/3, сп-1-21/22-46/4, сп-1-21/22-41/4, сп-1-20/22-46/4, сп-1-21/22-57/3, сп-1-21/22-41/4, сп-1-20/22-42/4, сп-1-20/22-42/6, сп-1-20/22-41/3, сп-1-20/22-36/3, сп-1-20/22-47/2, сп-1-20/22-48/4, сп-1-20/22-50/6, сп-1-20/22-52/2, сп-1-20/22-51/6, сп-1-20/22-50/4, сп-1-20/22-66/2, сп-1-20/22-57/4, сп-1-20/22-58/3, сп-1-20/22-95/5, сп-1-20/22-97/3, сп-1-20/22-92/6, сп-1-20/22-11/5, сп-1-20/22-85/7, сп-1-20/22-85/3 ($+0,2...+11,8$ % к st.).

Среднее арифметическое сырой клетчатки составляет $28,6 \pm 0,21$ %. Точность проведения опыта очень высокая ($S_x = 0,7\%$). Коэффициент вариации высокий ($V = 5,9\%$). На рис. 3, б показано распределение по классам массовой доли сырой клетчатки в исследуемых линиях костреца безостого. Минимальное содержание сырой клетчатки 19,75 и 27,99 % наблюдается с 1 по 5 классы, максимальное - от 31,3 до 32,94 % у 8 класса, при минимальном числе образцов. Согласно доверительному интервалу, большинство образцов содержит сырую клетчатку на уровне от 28,2 до 29,0 %. Показатели содержания сырой клетчатки ниже стандарта (СибНИИСХоз 189) отмечены у линий сп-1-21/22-78/5, сп-1-21/22-100/7, сп-1-21/22-91/2, сп-1-21/22-72/4, сп-1-21/22-92/2, сп-1-21/22-117/5, сп-1-21/22-34/6, сп-1-21/22-18/3, сп-1-21/22-28/3, сп-1-21/22-17/2, сп-1-21/22-51/5, сп-1-21/22-10/6, сп-1-21/22-56/6, сп-1-20/22-42/4, сп-1-20/22-42/6, сп-1-20/22-36/3, сп-1-20/22-47/2, сп-1-20/22-50/6, сп-1-20/22-57/4, сп-1-20/22-92/6, сп-1-20/22-85/7 ($-0,1...-2,1\%$ к st.).

Среднее арифметическое урожайности по питомнику составляет $26,9 \pm 1,19$ ц/га. Точность проведения опыта удовлетворительная ($S_x = 4,5\%$). Коэффициент вариации сильный ($V = 36,0\%$).

Минимальный показатель урожайности 10,88-19,81 ц/га наблюдается у 1 и 2 классов, максимальный от 37,7 до 46,63 ц/га с 7 по 8 классы, у минимального числа образцов (рис. 3, в). Согласно доверительному интервалу, большинство образцов имеет показатели урожайности от 24,5 до 29,3 ц/га. Превышают стандарт по показателю урожайности: сп-1-21/22-78/5, сп-1-21/22-81/5, сп-1-21/22-117/5, сп-1-21/22-34/6, сп-1-21/22-16/2, сп-1-21/22-10/6, сп-1-21/22-10/2, сп-1-21/22-69/5, сп-1-21/22-57/7, сп-1-21/22-62/7, сп-1-21/22-60/7, сп-1-21/22-59/5, сп-1-21/22-53/7, сп-1-21/22-56/6, сп-1-21/22-44/3, сп-1-21/22-41/2, сп-1-21/22-40/3, сп-1-21/22-46/4, сп-1-21/22-41/4, сп-1-20/22-46/4, сп-1-21/22-57/3, сп-1-21/22-41/4, сп-1-20/22-38/2, сп-1-20/22-35/7, сп-1-20/22-42/4, сп-1-20/22-42/6, сп-1-20/22-41/3, сп-1-20/22-36/3, сп-1-20/22-47/2, сп-1-20/22-48/4, сп-1-20/22-50/6, сп-1-20/22-52/2, сп-1-20/22-51/6, сп-1-20/22-50/4, сп-1-20/22-66/2, сп-1-20/22-57/4, сп-1-20/22-58/3, сп-1-20/22-95/5, сп-1-20/22-97/3, сп-1-20/22-92/6, сп-1-20/22-11/5, сп-1-20/22-85/7, сп-1-20/22-85/3 (на 0,33-26,09 ц/га).

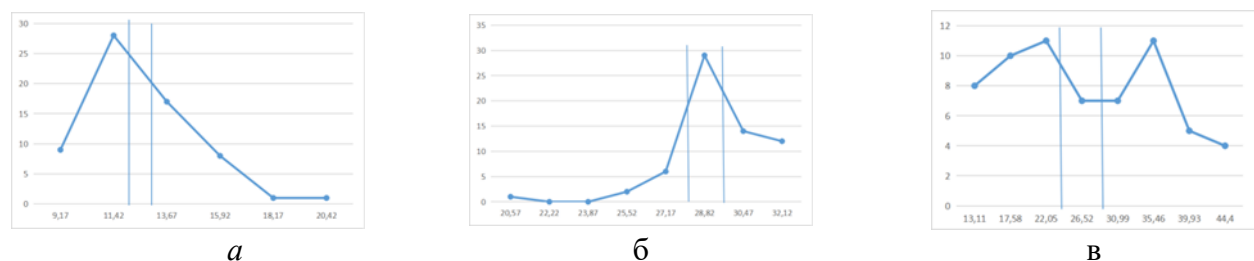


Рис. 3. Урожайность и биохимические показатели костреца безостого во 2 год произрастания: *а* – распределение по классам массовой доли сырого протеина костреца безостого, %; *б* – распределение по классам массовой доли сырой клетчатки костреца безостого, %; *в* – распределение по классам урожайности костреца безостого, ц/га

По результатам исследований можно сделать вывод, что для дальнейших исследований рекомендуются следующие линии:

1. В первый год использования лучшими линиями по всем исследуемым показателям (протеин, клетчатка, урожайность) являются: сп-1-21/23-79/2, сп-1-21/23-49/6, сп-1-21/23-113/6, сп-1-21/23-21/2, сп-1-21/23-45/6, сп-1-21/23-80/3, сп-1-21/23-19/2, сп-1-21/23-19/4.

2. Во второй год использования лучшие характеристики по показателям (протеин, клетчатка, урожайность) отмечены у следующих линий: сп-1-21/22-78/5, сп-1-21/22-117/5, сп-1-21/22-34/6, сп-1-21/22-56/6, сп-1-20/22-42/4, сп-1-20/22-42/6, сп-1-20/22-42/6, сп-1-20/22-47/2, сп-1-20/22-50/6, сп-1-20/22-57/4, сп-1-20/22-92/6, сп-1-20/22-85/7.

3. Содержание ключевых биохимических компонентов заметно снижается ко второму году произрастания:

- массовая доля сырого протеина сокращается на 3 % (с 14,8 до 11,8 %);
- содержание крахмала уменьшается на 0,9 % (с 29,6 до 28,7 %).

Список литературы

1. Андреев Н.Г., Савицкая В.А. Кострец безостый. – М.: Агропромиздат, 1988. – 184 с.
2. Осипова Г.М. Кострец безостый (особенности биологии и селекции в условиях Сибири). – Новосибирск, 2006. – 228 с.

Секция 2

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

<https://doi.org/10.26898/2026-45>

УДК 634.711:631.559

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МАЛИНЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА

Агапов А.С., студент

Научный руководитель – Рязанова Л.Г., канд. с.-х. наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
e-mail: Luda4gro@yandex.ru

Аннотация. В условиях полевого и лабораторного опытов, поставленных в южном регионе (Краснодарский край) обоснована перспективность применения паро-сидеральной системы содержания почвы для увеличения продуктивности плантации малины. Установлено, что использование сидератов обеспечивает устойчивость растений малины к недостатку влаги, активный рост побегов и наращивание хозяйственного урожая.

Ключевые слова: малина, содержание почвы, сидераты, рост, адаптивность, урожай

Малина – ягодное растение, которое люди выращивают и употребляют в пищу уже много тысяч лет. Спрос на малину среди населения поддерживает ее популярность как продукта питания, так и сырья для пищевой промышленности [1]. Однако в настоящее время из-за высокой трудоемкости процесса выращивания малины в основном осуществляется в личных подсобных хозяйствах, а площади под этой культурой постоянно снижаются. Оптимизация методов выращивания малины является важной задачей для садоводов, особенно в условиях южного региона, где высокие температуры летом и низкая влажность воздуха создают неблагоприятные условия для роста этой культуры [2, 3].

В сложных экологических и экономических условиях современного периода возникает необходимость разработки новых технологий, адаптированных к современным условиям земледелия [4]. Особенностью их должна быть направленность на максимальное использование биологических факторов. Например, введение в технологию паро-сидеральной системы содержания почвы для сохранения ее плодородия. По данным многих авторов [5, 6], такая система оказывает положительное влияние на питание растений, фитосанитарное состояние почвы и ее свойства, а также являются важным резервом повышения урожайности.

Исходя из этого, целью данного исследования было изучить влияние системы содержания почвы в междурядьях плантации малины на продуктивность растений.

Исследования проводились в 2023-2024 годах в условиях лабораторного и полевого опыта, заложенного в КФХ Прикубанской зоны садоводства (Краснодарский край) на орошаемой плантации малины 2019 года посадки (почва – чернозем карбонатный). Схема посадки растений малины 3,5х0,5 м. Объект исследования, растения ремонтантной малины сорт Полка.

Варианты опыта: 1 – черный пар (контроль); 2 – посев сидератов (озимый горох пелюшка). Учеты проводили общепринятыми методами [7]. Повторность опыта 3-кратная (в повторности 10 п м.). Посев однолетних трав проводили осенью 2023 г. Скашивание зеленой массы проводили – в фазу бутонизации растений с последующей ее заделкой в почву фрезой через 10 дней после ее скашивания (2024 г.).

Известно, что малина, как и все ягодные культуры требовательна к влажности почвы и воздуха, недостаток влаги в период начала цветения, может привести к уменьшению количества бутонов и цветков. Анализ данных метеостанции «Круглик», показал, что количество осадков, выпавших в годы наблюдений в 1,3-8,1 раза меньше нормативных значений. В связи с этим влажность почвы в междурядьях на плантации не достигала оптимального уровня (75-80 % НВ). Как показали полученные данные, после заделки зеленой массы (сидератов) влажность почвы не имела заметного изменения (в сравнении с контролем). Тем не менее изучаемый сорт Полка проявил различную способность переносить воздушную засуху, в зависимости от варианта опыта. Достаточно высокую устойчивость к данному явлению показали растения малины в варианте с использованием сидератов (табл. 1). О правомерности такого вывода свидетельствует тот факт, что листья растений этого варианта в течение жаркого периода (июль - август) отличались большим содержанием воды в тканях листьев (на 5,3 %) и меньшими водопотерями (на 18-23 %), по сравнению с контролем. Вместе с тем в этом варианте на побегах сформировалась площадь листьев на 25 % больше, чем в контроле.

Таблица 1

Влияние системы содержания почвы на площадь листьев и их водный режим				
Вариант	Оводненность листьев, % (август)	Потеря воды листьями (за 3 ч экспозиции), %		Площадь листьев, м ² /раст.
		июль	август	
Черный пар (контроль)	75,4	38,5	44,1	0,08
Паро-сидеральная система	79,6	29,3	36,2	0,14
НСР05	2,4	3,5	2,9	-

В результате опыта установлено, что при содержании почвы под сидератами хозяйственный урожай ягод увеличился на 14,7 ц/га, а прибавка после заделки сидератов составила 36,2 % (табл. 2).

Таблица 2

Хозяйственный урожай ягод малины в зависимости от системы содержания почвы, ц/га				
Вариант	Год		Прибавка урожая после заделки сидератов, %	Средняя масса ягод, г
	2023	2024		
Черный пар (контроль)	36,4	40,5	-	6,8
Паро-сидеральная система	39,2	55,2	36,2	7,9
НСР05	4,1	2,9	-	0,8

Одним из важных признаков продуктивности растений является средняя масса ягоды, которая влияет на величину урожая. Как видно из полученных данных, при использовании сидеральных культур средняя масса ягод увеличивается на 14,0 % по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, применение паро-сидеральной системы на плантации малины позволяет увеличить хозяйственный урожай сорта Полка на 14,7 ц/га в сравнении с контролем, а среднюю массу ягод на 14 %.

Список литературы

1. Подорожный В.Н., Половянов Г.Г., Ковалёва В.В. Перспективные сорта малины для производства и селекционного использования в Краснодарском крае // Улучшение сортимента косточковых плодовых культур для высокопродуктивных садов. - Крымск, 2002. - С. 86–91.
2. Горбунов И.В., Дубравина И.В., Рязанова Л.Г. Особенности вегетативного размножения перспективных сортов малины методом черенкования в условиях Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2018. - № 137. - С. 61-76
3. Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г., Кислякова Е.С. Возможности использования силатранов для стабилизации плодоношения яблони при проявлении температурных стрессоров и аномалий летне-осеннего периода на юге России // Труды КубГАУ. - 2021. - № 1 (88). - С. 74-78.
4. Богомоллова Н.И., Митина Е.В., Лупин М.В. Основные биометрические параметры растений малины как составляющие высокой продуктивности сорта // Вестник аграрной науки. - 2018. - № 3. - С. 18-23.
5. Дорошенко Т.Н., Борисенко Н.А., Рязанова Л.Г. Перспективы использования сидеральных культур в биологизированных системах выращивания яблони на юге России // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблем: материалы XIII Нац. науч.- практ. конф. с междунар. участием. - Кемерово, 2025. - С. 254-259.
6. Рязанова Л.Г., Пиянина Н.А. Агробиологическая оценка ремонтантных сортов и гибридов малины в условиях южного региона // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV Междунар. науч. конф. - Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2017. - С. 394-398.
7. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культу. - Орел, 1999. - 608 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-46>
УДК 633.351

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЧЕЧЕВИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ФОЛИАРНЫХ ГЕРБИЦИДНЫХ ОБРАБОТОК

Алипов Д.С., аспирант,

Пигорев И.Я., д-р с.-х. наук, проф.

Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, Курск, Россия

e-mail: alipovdmitriy@yandex.ru; igoigo4@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты двухлетних исследований, направленных на изучение особенностей формирования урожайности чечевицы при применении фолиарных гербицидных обработок. Установлено, что формирование урожайности чечевицы определяется не только эффективностью контроля сорного компонента, но и селективностью применяемых препаратов, а также условиями вегетационного периода.

Ключевые слова: чечевица, фолиарные гербицидные обработки, урожайность, элементы структуры урожая

Введение. Чечевица относится к перспективным зернобобовым культурам, характеризующимся высокой пищевой и кормовой ценностью, а также способностью улучшать агрофизические и агрохимические свойства почвы за счёт симбиотической фиксации азота [1, 2]. В начальные фазы вегетации растения чечевицы отличаются слабой конкурентоспособностью по отношению к сорной растительности, что обуславливает необходимость применения эффективных приёмов защиты посевов [3-5]. Вместе с тем применение гербицидов по вегетирующим растениям может оказывать комплексное влияние на ростовые процессы, формирование элементов структуры урожая и итоговую продуктивность культуры. В этой связи актуальным является изучение особенностей формирования урожайности чечевицы при использовании различных схем фоллиарной гербицидной защиты [6-8].

Цель исследования – установить особенности формирования урожайности чечевицы при применении различных схем фоллиарных гербицидных обработок и оценить их влияние на элементы структуры урожая и уровень продуктивности культуры.

Материал и методика исследования. Исследования проводились в течение двух вегетационных периодов (2024–2025 гг.) в условиях производственных посевов чечевицы зелёной сорта Кермит в хозяйстве группы компаний «ЭкоНива» Курской области. Опыт носил производственный характер; площадь опытных делянок составляла 15 га. Изучались три действующих вещества фоллиарных гербицидов: метрибузин, имазетапир и метамитрон (табл. 1). Контрольный вариант предусматривал возделывание культуры без гербицидной обработки.

Таблица 1

Схема производственного опыта

№ варианта	Действующее вещество	Норма внесения, л/га
1	Метрибузин, 600 г/л	0,4
2	Имазетапир, 100 г/л	0,62
3	Метамитрон, 700 г/л	2
4	Контроль	-

Почвенно-агрохимические условия опытных участков характеризовались следующим образом: содержание подвижного фосфора – 57–89 мг/кг почвы, подвижного калия – 69–105 мг/кг, содержание гумуса – 5,4–5,5 %, pH солевой вытяжки – 5,4–5,6. За период вегетации сумма атмосферных осадков составила 168 мм в 2024 г. и 324 мм в 2025 г. Гербицидные обработки проводили по вегетирующим растениям чечевицы в фазе 10–12 см культуры при нахождении сорной растительности в фазе семядолей. Эффективность обработок оценивали по основным показателям продуктивности культуры, а также по степени угнетения сорного компонента с использованием пятибалльной визуальной шкалы. Повторность опыта обеспечивалась за счёт закладки идентичных вариантов в разные годы исследований, что позволило рассматривать годы как повторности во времени. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с определением наименьшей существенной разности.

Результаты исследования. Эффективность фоллиарных обработок по угнетению сорной растительности существенно различалась в зависимости от применяемого действующего вещества (табл. 2). Наибольшее подавление сорного компонента отмечено при использовании метрибузина (4 балла), что соответствовало сильной степени угнетения. Применение имазетапира обеспечивало средний уровень подавления (3 балла), тогда как метамитрон характеризовался очень слабым гербицидным эффектом (1 балл).

Таблица 2

Визуальная оценка действия препаратов на угнетение сорного компонента

№ варианта	Действующее вещество	Норма внесения, л/га	Эффективность, балл	Характеристика эффективности
1	Метрибузин, 600 г/л	0,4	4	Сильное угнетение, большинство сорных растений подавлено
2	Имазетапир, 100 г/л	0,62	3	Средняя степень угнетения, рост сорных растений существенно замедлен
3	Метамитрон, 700 г/л	2	1	Очень слабое угнетение, сорная растительность практически не повреждена

Погодные условия лет исследований существенно различались по уровню увлажнения. Засушливые условия 2024 года оказали сдерживающее влияние на формирование элементов структуры урожая, тогда как в 2025 году при более высокой обеспеченности влагой отмечено улучшение показателей продуктивности культуры.

Масса тысячи семян изменялась как в зависимости от варианта обработки, так и от условий года (табл. 3). В 2024 году значения МТС составляли 28,9–30,1 г, тогда как в 2025 году в контрольном варианте отмечено увеличение показателя до 32,1 г. Средние за два года значения МТС в вариантах с гербицидными обработками составили 28,85–29,4 г, в контроле – 31,1 г.

Таблица 3

Оценка массы тысячи семян по годам исследования

№ варианта	Действующее вещество	Норма внесения, л/га	МТС 2024, г	МТС 2025, г	МТС средняя, г
1	Метрибузин, 600 г/л	0,4	30,1	28,7	29,4
2	Имазетапир, 100 г/л	0,62	28,9	28,8	28,85
3	Метамитрон, 700 г/л	2	29	29,1	29,05
4	Контроль	-	30,1	32,1	31,1

Урожайность чечевицы варьировала по годам и вариантам опыта (табл. 4). В 2024 году она составляла 1,94–2,60 т/га, в 2025 году – 2,24–2,74 т/га. Наибольшая средняя за два года урожайность получена в контрольном варианте (2,67 т/га), тогда как в вариантах с применением гербицидов она находилась в пределах 2,14–2,32 т/га.

Таблица 4

Урожайность чечевицы сорта Кермит и статистическая оценка результатов (2024–2025 гг.)

№ варианта	Действующее вещество	Норма внесения, л/га	Урожай 2024, т/га	Урожай 2025, т/га	Урожай средний, т/га
1	Метрибузин, 600 г/л	0,4	2,4	2,24	2,32
2	Имазетапир, 100 г/л	0,62	2	2,28	2,14
3	Метамитрон, 700 г/л	2	1,94	2,35	2,15
4	Контроль	-	2,6	2,74	2,67
НСР ₀₅					0,32

Различия между вариантами с применением различных действующих веществ по средней урожайности не превышали НСР₀₅, тогда как контрольный вариант достоверно превосходил обработанные варианты.

Выводы

1. Наибольшая эффективность контроля сорного компонента отмечена при применении метрибузина, наименьшая – при использовании метамитрона.
2. Масса тысячи семян и урожайность чечевицы существенно зависели от условий года, при более высоком уровне увлажнения формировались более высокие показатели продуктивности.
3. Средняя за два года урожайность в вариантах с гербицидными обработками составила 2,14–2,32 т/га и была ниже контрольного варианта (2,67 т/га); различия между обработанными вариантами не превышали НСР₀₅.
4. Двухлетние исследования показали, что реакция чечевицы на фоллиарные гербицидные обработки носит вариабельный характер по годам, что необходимо учитывать при оценке эффективности гербицидных схем.

Список литературы

1. Алипов Д.С., Пигорев И.Я. Влияние фоллиарных гербицидных обработок на продуктивность чечевицы // Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, Курск, 9 апр. 2025 г. – Курск, 2025. – С. 3-9.
2. Пат. № 2342823 С1 Российская Федерация. Способ / Глазова З.И., Голотяпов М.В.; заявл. 2018124425 от 03.07.2018.
3. Манжесов В.И., Калашникова С.В., Сторожик В.В. Актуальность возделывания и хозяйственная ценность чечевицы // Воронежский агровестник. - 2007. - № 12. - С. 31-33.
4. Векленко В.И., Пигорева О.В., Кузьминов К.В. Современное состояние и прогноз развития производства сои в Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 160-165.
5. Семькин В.А., Пигорев И.Я. Инновационный механизм развития агропромышленного комплекса // Проблемы развития аграрного сектора региона: материалы всерос. науч.-практ. конф.: в 4 ч. – 2006. – С. 3-10.
6. Векленко В.И., Пигорев И.Я., Черников Е.И., Левченко В.А. Вестник Курского государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 8-11.
7. Каргин И.Ф., Букин С.Л., Перов Н.А. Продуктивность чечевицы в зависимости от технологии возделывания // Защита и карантин растений. – 2007. – № 2. – С. 33.
8. Шпаар Д. и др. Зерновые культуры: выращивание, уборка, доработка и использование / под общ. ред. Д. Шпаара. – М., 2008.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВОЙ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЧЕЧЕВИЦЫ ЗЕЛЁНОЙ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Алипов Д.С., аспирант,

Пигорев И.Я., д-р с.-х. наук, проф.

Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, Курск, Россия

e-mail: alipovdmitriy@yandex.ru; igoigo4@mail.ru

Аннотация. Изучено влияние некорневой подкормки азотом на продуктивность чечевицы зелёной в условиях Курской области. Установлено, что применение азотной подкормки по вегетирующим растениям оказывает положительное влияние на формирование урожая культуры. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования данного агроприёма в условиях региона.

Ключевые слова: чечевица, аммиачная селитра, азот, урожай

Введение. В современных условиях развития сельского хозяйства особое значение приобретает расширение посевных площадей зернобобовых культур, способствующих решению продовольственных и экологических задач. Чечевица зелёная относится к числу перспективных культур, отличающихся высокой белковой ценностью зерна и способностью улучшать азотный баланс почвы за счёт симбиотической азотфиксации. Указанные особенности определяют целесообразность её возделывания в системах ресурсосберегающего и адаптивного земледелия [1, 2]. Почвенно-климатические условия Курской области в целом благоприятны для выращивания чечевицы, однако уровень её продуктивности во многом определяется условиями минерального питания растений в течение вегетационного периода. Несмотря на формирование клубенькового симбиоза, поступление биологического азота не всегда в полной мере удовлетворяет потребности культуры, особенно в фазы интенсивного роста и формирования генеративных органов. При этом неблагоприятные погодные факторы могут дополнительно ограничивать эффективность азотфиксации [3, 4]. Внекорневая подкормка азотом позволяет быстро компенсировать дефицит элемента в критические фазы роста и развития чечевицы, активизировать фотосинтетическую деятельность и повысить продуктивность культуры. В то же время данные о целесообразности и эффективности данного приёма применительно к чечевице зелёной в условиях Курской области остаются недостаточно изученными, что обуславливает актуальность настоящего исследования [5].

Цель исследований – изучение влияния внекорневой подкормки аммиачной селитрой на продуктивность чечевицы зелёной.

Материал и методика исследования. Исследования проводились в 2025 году в хозяйстве ООО «Защитное-Юг», которое находится в Солнцевском районе Курской области. Поле, на котором проводились исследования, имеет следующие почвенные показатели: тип почвы чернозем типичный тяжелосуглинистый, содержание гумуса 5,5 %, содержание фосфора 89 мг/кг почвы, содержание калия 105 мг/кг почвы, кислотность почвы (рН) – 5,6. Сумма осадков за период вегетации составил 324 мм. Опыт производственный однофакторный с однократной повторностью, каждая делянка по 40 га. Схема опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1

Схема опыта			
№ п/п	Препарат	Действующее вещество	Норма внесения, кг/га
1	Аммиачная селитра марка Б	N – 34,4%	Контроль
2			50
3			100

Аммиачная селитра была внесена в фазу бутонизации культуры. Учет результатов проводился путем прямого комбайнирования каждого участка с определением массы тысячи и взвешиванием общего количества зерна.

Результаты исследований. В 2025 году в Курской области в период вегетации чечевицы зелёной сложились нетипичные погодные условия. Начальные фазы роста культуры характеризовались пониженными температурами воздуха в сочетании с недостаточным увлажнением, тогда как на поздних этапах вегетации наблюдалось выпадение обильных осадков. Указанные факторы оказали существенное влияние как на эффективность азотного питания растений, так и на формирование урожая.

Избыточное увлажнение в конце вегетации способствовало интенсивному нарастанию вегетативной массы чечевицы. В условиях дополнительного азотного питания данный процесс усиливался, что в ряде вариантов опыта привело к полеганию посевов и, как следствие, к увеличению потерь при уборке урожая. Следует отметить, что внекорневая подкормка аммиачной селитрой проводилась в фазу бутонизации, в связи с чем её применение не оказало заметного влияния на формирование количества стручков на растении.

В то же время использование азотной подкормки положительно отразилось на массе тысячи семян. По мере увеличения нормы внесения аммиачной селитры отмечалась тенденция к возрастанию данного показателя, что обусловило повышение урожайности чечевицы зелёной. Максимальные значения массы тысячи семян и урожайности были получены при норме внесения аммиачной селитры 100 кг/га, что свидетельствует об эффективности данного агроприёма в условиях года исследований (табл. 2).

Таблица 2

Результаты производственного опыта						
№ п/п	Препарат	Действующее вещество	Норма внесения, кг/га	Площадь делянки, га	МТС, г	Урожайность, т/га
1	Аммиачная селитра марка Б	N – 34,4%	Контроль	40	28,5	2,49
2			50	40	29,5	2,60
3			100	40	31,2	2,94

Полученные в ходе исследований результаты согласуются с положениями, представленными в работах отечественных и зарубежных авторов, согласно которым зернобобовые культуры, несмотря на способность к симбиотической фиксации азота, в отдельные фазы вегетации могут испытывать его дефицит. В литературе отмечается, что внекорневые азотные подкормки наиболее эффективно проявляют себя при ограничении почвенного азотного питания и в условиях стрессовых факторов, включая неблагоприятные температурные и водные режимы [6, 7].

Ряд исследований указывает на то, что применение азотных удобрений в фазу бутонизации и начала цветения зернобобовых культур, как правило, оказывает незначительное влияние на количество генеративных органов, однако способствует улучшению налива семян и

увеличению массы тысячи семян. Аналогичная закономерность была выявлена и в условиях настоящего опыта, что подтверждает физиологическую обусловленность реакции чечевицы зелёной на внекорневое азотное питание [8, 9].

В то же время в литературных источниках подчёркивается необходимость дифференцированного подхода к нормам внесения азота, поскольку его избыточное поступление при благоприятных условиях увлажнения может стимулировать избыточный вегетативный рост и повышать риск полегания посевов. Полученные данные дополняют указанные положения с учётом конкретных почвенно-климатических условий Курской области [10].

Выводы

1. Некорневая подкормка чечевицы зелёной азотом, проведённая в фазу бутонизации, не оказала существенного влияния на формирование количества стручков, что обусловлено биологическими особенностями культуры.
2. Применение азотной подкормки способствовало увеличению массы тысячи семян, что положительно отразилось на уровне урожайности чечевицы зелёной.
3. Максимальные показатели урожайности были получены при норме внесения аммиачной селитры 100 кг/га.
4. Обильные осадки в конце вегетации в сочетании с повышенными нормами азотного питания усиливали вегетативный рост растений и повышали риск полегания посевов.
5. Эффективность некорневой азотной подкормки чечевицы зелёной определяется погодными условиями года и требует дифференцированного подхода к выбору норм внесения.

Список литературы

1. Долгополова Н.В., Пигорев И.Я. Корреляционная зависимость урожайности полевых культур от элементов её структуры // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 7-11.
2. Шпаар Д. и др. Зерновые культуры: выращивание, уборка, доработка и использование / под общ. ред. Д. Шпаара. – М., 2008.
3. Векленко В.И., Пигорев И.Я., Черников Е.И., Левченко В.А. Финансовые условия повышения эффективности и устойчивости свеклосахарного подкомплекса АПК // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 8-11.
4. Векленко В.И., Пигорев И.Я., Белкин Р.Е. Анализ состояния переработки сахарной свеклы в областях ЦЧР // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 7. – С. 21-24.
5. Пат. № 2342823 С1 Российская Федерация. Способ / Глазова З.И., Голотяпов М.В.; заявл. 2018124425 от 03.07.2018.
6. Пархомчук М.А., Солошенко В.М., Пигорев И.Я., Дорошенко Д.И. Тенденции уровня занятости и безработицы в сельском хозяйстве // Аграрная наука. – 2009. – № 8. – С. 6-8.
7. Каргин И.Ф., Букин С.Л., Перов Н.А. Продуктивность чечевицы в зависимости от технологии возделывания // Защита и карантин растений. – 2007. – № 2. – С. 33.
8. Николайченко О.С., Гончарова Н.А., Кибкало Л.И., Пигорев И.Я. Откормочные качества чистопородных и помесных животных // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 5. – С. 55-56.
9. Манжесов В.И., Калашникова С.В., Сторожик В.В. Актуальность возделывания и хозяйственная ценность чечевицы // Воронежский агровестник. – 2007. – № 12. – С. 31-33.

10. Векленко В.И., Пигорева О.В., Кузьминов К.В. Современное состояние и прогноз развития производства сои в Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 160-165.

<https://doi.org/10.26898/2026-48>
УДК 631.82:631.816.3:634.11

БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДОНОСЯЩИХ ДЕРЕВЬЯХ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНЫХ САДАХ В УСЛОВИЯХ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА

Атахонова М.Д., канд. с-х. наук, зав. отдела агрохимии,
Маджидов Ф.М., м.н.с.

Институт почвоведения и агрохимии ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан
e-mail: matakhanova@mail.ru; Firuz.majidov@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований баланса питательных веществ в системе почва и растение яблони сорта Голден Делишес в условиях интенсивного садоводства. Изучено влияние различных норм минеральных удобрений на фоне применения жидкого комплексного удобрения Солар на баланс питательных веществ: азота, фосфора и калия. Установлено, что в контрольном варианте и при одностороннем внесении азотных удобрений формируется отрицательный баланс фосфора и калия, что повышает риск деградации почвенного плодородия и снижает устойчивость агроэкосистемы. Применение полного минерального удобрения в дозе $N_{150}P_{100}K_{100}$ в сочетании с удобрением Солар обеспечивает положительный или близкий к равновесному балансу элементов питания, высокую степень компенсации их выноса с урожаем и стабилизацию агрохимических показателей почв. Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного и экологически ориентированного подхода к системе удобрения интенсивных яблоневых садов.

Ключевые слова: яблоня, интенсивный сад, баланс питательных веществ, минеральные удобрения, агроэкологическая устойчивость, плодородие почвы

Введение. Наряду с другими отраслями садоводство является одним из ведущих отраслей сельского хозяйства Республики Таджикистан. Благоприятный климат республики предоставляет возможность увеличить площадь интенсивных садов за счет высокоурожайных деревьев, полностью удовлетворить потребности населения в свежих фруктах и экспортировать часть из них.

Рациональное использование макро- и микроэлементов в интенсивных яблоневых садах является одним из ключевых факторов повышения урожайности и качества плодов, обеспечения экономической эффективности производства и экологической устойчивости агроэкосистем. В условиях высокой продуктивной нагрузки интенсивных садов возрастает значение научно обоснованных систем минерального питания, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона.

Минеральные удобрения, прежде всего азотные, оказывают существенное влияние на рост и развитие плодовых деревьев, стимулируя формирование генеративных органов и повышение урожайности. Фосфор и калий играют важную роль в процессах цветения, завязывания и сохранности плодов, а также в формировании их товарных и биохимических показателей. Оптимальное обеспечение растений элементами питания способствует укреплению

скелетной структуры деревьев, снижению осыпаемости плодов и повышению устойчивости насаждений к абиотическим стрессам [1, 6].

Доступность питательных веществ в почве, их состав, соотношение и периодичность, а также рассчитанный баланс в условиях фермерских хозяйств, районов и регионов являются одним из важных факторов управления количеством и качеством урожая. Основная задача анализа баланса близка к задаче агрохимической химии и служит обеспечению высокой эффективности химизации сельского хозяйства [3, 5].

Вопросы баланса элементов минерального питания в земледелии Республики Таджикистан широко освещены в работах отечественных исследователей. Согласно данным агрохимического мониторинга за период 1991-2017 гг., азотный баланс в большинстве почвенно-климатических зон Таджикистана характеризовался отрицательными значениями. При этом фосфорно-калийный баланс имел дефицитный характер на всей территории республики. По опубликованным данным, ежегодный дефицит фосфора по районам республики достигал от 1266 до 1948 т, калия - от 5 до 8 тыс. т в год, что свидетельствует о систематическом превышении выноса элементов питания над их поступлением в почву [2-4].

В условиях Таджикистана, где отмечается устойчиво отрицательный баланс фосфора и калия в земледелии, особую актуальность приобретает разработка экологически безопасных и экономически обоснованных систем удобрения плодовых культур, адаптированных к интенсивным технологиям возделывания.

Проектирование интенсивной посадки является одним из главных факторов, определяющих потенциальную урожайность сорта в конкретных почвенно-климатических условиях и в целом, эффективность использования экономических, энергетических, материально-технических ресурсов [3, 8].

Объект и методы исследования. Полевые исследования проводились в яблоневых садах Гиссарской долины с использованием минерального удобрения Солар, содержащего комплекс микроэлементов.

Научные исследования проводились с 2021-2025 гг. с сортом яблони Голден Делишес. Закладка сада носила экспериментальный характер и проведена по проекту интенсивного опорного сада с плотностью посадки 2500 деревьев на 1 га. Почвенно-климатические условия данного региона благоприятны для выращивания плодовых культур и были размещены на коричнево типичных почвах. Опыт проводился в трёхкратной повторности, общая площадь составила 518,4 м².

Высаживались саженцы яблони на расстояние между с другом 1,20 м, с междурядием 4 м. На каждом варианте было посажено 6 яблонь по следующей схеме:

1. Контроль (без минеральных удобрений) + Солар.
2. N₁₅₀P₁₀₀K₁₀₀ + Солар.
3. N₁₂₀ + Солар.
4. N₁₀₀ + Солар.
5. N₈₀ + Солар.
6. N₆₀ + Солар.

Результаты и обсуждение. Перед проведением исследование по применению внескорневых минеральных удобрений были отобраны пробы почвы на определение в них элементов питания доступной форме нитратный азот, подвижный фосфор и обменный калий. Образцы почвы для агрохимического анализа отбирались с глубины: 0-30 и 30-50 см. Как показали результаты анализов, в коричнево типичных почвах опорного сада, где содержание азота от 16,0 до 30,7 мг/кг, подвижного фосфора от 21,3 до 35,6 мг/кг и обменного калия от 292

до 324 мг/кг. Почвы опытного участка средне обеспечены подвижным фосфором, мало нитратным азотом и средне обменным калием.

В период роста и развития деревьев также отбирались пробы почвы для проведения агрохимического анализа. Результаты агрохимических исследований почв показали, что количество питательных веществ в пахотном слое составило: минерального азота от 8,20 до 25,5 мг/кг, подвижного фосфора от 30,0 до 32,0 мг/кг и обменного калия от 228 до 256 мг/кг. По обеспеченности подвижный фосфор и обменного калия в почве (0-30 см) относится к третьей группе.

Анализ баланса питательных веществ в системе почва - растение позволяет оценить не только эффективность применения удобрений, но и устойчивость агроэкосистемы интенсивного садоводства в долгосрочной перспективе. Выявленный отрицательный баланс фосфора и калия в большинстве вариантов опыта свидетельствует о повышенном агроэкологическом риске, обусловленном постепенным истощением почвенных запасов данных элементов. При систематическом превышении выноса питательных веществ над их поступлением происходит деградация агрохимических свойств почв, что может привести к снижению её буферной способности, ухудшению структуры и уменьшению потенциального плодородия.

В таблице представлены показатели баланса питательных веществ в системе почва - растение плодоносящих деревьев яблони сорта Голден Делишес в условиях интенсивного сада при использовании различных норм минеральных удобрений на фоне жидкого комплексного удобрения Солар.

В контрольном варианте установлен отрицательный баланс основных элементов питания: дефицит азота составил 30 кг/га при интенсивности (39 %), фосфора - 23 кг/га (15 %), калия – 41 кг/га (11 %), что свидетельствует о недостаточном обеспечении растений элементами минерального питания при отсутствии удобрений.

Применение полного минерального удобрения в дозе $N_{150}P_{100}K_{100}$ на фоне удобрения Солар обеспечило положительный баланс всех изучаемых элементов.

Баланс питательных веществ в плодовых деревьях в интенсивных садах при использовании минерального удобрения Солар на основе Ж.К.У.

Вариант опыта	Баланс питательных веществ								
	Азот			Фосфор			Калий		
	Баланс +/-, кг/га	Интенсивность, %	Ёмкость баланса, кг/га	Баланс +/-, кг/га	Интенсивность, %	Ёмкость баланса, кг/га	Баланс +/-, кг/га	Ёмкость баланса, кг/га	Ёмкость баланса, кг/га
Контроль	-30	39	68	-23	15	32	- 41	11	61
$N_{150}P_{100}K_{100}$ + Солар	+37	127	301	+49	187	160	+34	144	187
N_{120} + Солар	+30	127	248	-43	8,9	51	-58	15	79
N_{100} + Солар	+18	117	220	- 40	9,4	49	-56	15,4	77
N_{80} + Солар	+8	109	190	-37	10,2	45	-53	16,2	74
N_{60} + Солар	-1	98	160	-34	11	42	-50	17	71

Баланс азота составил +37 кг/га при интенсивности 127 % и ёмкости баланса 301 кг/га, фосфора - +49 кг/га (187 % и 160 кг/га соответственно), калия - +34 кг/га при интенсивности

144 % и ёмкости баланса 187 кг/га, что указывает на оптимальное питание растений и формирование резерва элементов питания в почве.

При использовании азотных удобрений в сочетании с Солар (варианты N₁₂₀, N₁₀₀, N₈₀ и N₆₀) отмечался положительный баланс азота, величина которого закономерно снижалась с уменьшением дозы удобрения - от +30 кг/га при N₁₂₀ до -1 кг/га при N₆₀. Интенсивность азотного баланса изменялась в пределах 98-127 %, а ёмкость баланса - от 160 до 248 кг/га, что свидетельствует о достаточном обеспечении растений азотом при средних и повышенных дозах его внесения.

Анализ данных таблицы показывает, что при снижении доз минеральных удобрений возрастает несоответствие между поступлением и выносом элементов питания, особенно фосфора и калия, что может привести к постепенному истощению почвы и снижению её плодородия.

В то же время во всех вариантах с односторонним внесением азота наблюдалось устойчиво отрицательный баланс фосфора и калия. Дефицит фосфора составлял 34-43 кг/га при интенсивности 8,9-11 %, а дефицит калия - 50-58 кг/га при интенсивности 15-17 %, что указывает на значительный вынос этих элементов урожаем и недостаточность их компенсации за счёт почвенных запасов и применяемых удобрений.

Выводы

1. Установлено, что в условиях интенсивного садоводства яблони сорта Голден Делишес баланс питательных веществ в системе почва - растение существенно зависит от доз и соотношений применяемых минеральных удобрений.

2. В контрольном варианте и при одностороннем применении азотных удобрений формируется отрицательный баланс фосфора и калия, что свидетельствует о риске истощения почвенных запасов и снижении агроэкологической устойчивости агроэкосистемы.

3. Применение полного минерального удобрения N₁₅₀P₁₀₀K₁₀₀ в сочетании с жидким комплексным удобрением Солар обеспечивает положительный баланс азота, фосфора и калия, высокую степень компенсации их выноса урожаем и стабилизацию агрохимических свойств почвы.

4. Комплексное внесение удобрений следует рассматривать как необходимое условие устойчивого и экологически безопасного функционирования интенсивных яблоневых садов, направленного на сохранение почвенного плодородия и получение стабильных урожаев высококачественной продукции.

Список литературы

1. Ахмадов Х.М., Атахонова М.Д., Асрориён А.Дж. Агрохимическая оценка влияния минеральных удобрений на почв экспериментальных участков // Доклады ТАСХН. - 2024. - № 4 (82). - С. 98-103.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1985. - 416 с.
3. Драгавцева И.А. О проблеме оптимизации размещения плодовых культур // Проблемы почвенного мониторинга в аграрном секторе: материалы конф. памяти С.Ф. Неговелова (к 95-летию со дня рождения) / редкол.: Е.А. Егоров (гл. ред.) и др. - Краснодар, 1999. - С. 65-66.
4. Клечковский В.М. О настоящем и будущем агрохимии // Агрохимия. - 1972. - № 9. - С. 3-11.
5. Сангинов С.Р., Маджидов Ф.М. Современное состояние баланса азота, фосфора и калия в системе земледелия районов республиканского подчинения // Доклады ТАСХН. - 2017. - № 2 (60). - С. 25-31.

6. Маджидов Ф.М., Атахонова М.Д. Баланс азота, фосфора и калия в системе земледелие Хатлонской области // Доклады ТАСХН. - 2022. - № 4. - С. 20-26.
7. Маджидов Ф.М., Атахонова М.Д. Круговорот и баланс питательных веществ в системе земледелия Таджикистана // Доклады ТАСХН. - 2025. - № 4 (86). - С. 99-105.
8. Ульянищев А.С. Плотность посадки слаборослых яблонь // Садоводство и виноградарство. - 1995. - № 1. - С. 12-13.

<https://doi.org/10.26898/2026-49>
УДК 595.142.3:631.147

ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЕМ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Бабенко А.С., д-р биол. наук, проф.,
Куровский А.В., канд. биол. наук, доцент**

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
e-mail: andrey.babenko.56@mail.ru

Аннотация. Проведен обзор проблем и перспектив развития вермикомпостирования растительных отходов. В процессе вермикомпостирования происходит конверсия значительного объема отходов в ценное органическое удобрение. Приводятся данные последних исследований о перспективах данного метода и рассматриваются основные технологические, экологические и экономические проблемы, сдерживающие его широкое внедрение в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: растительные отходы, вермикомпостирование, органические удобрения

Ежегодно в мире образуются огромное количество растительных сельскохозяйственных отходов. В большинстве стран, где сельское хозяйство является основой экономики, основная часть этих отходов (рисовой соломы, жмыха сахарного тростника, стеблей хлопчатника и т.д.) не находит рационального применения и зачастую сжигается, что приводит к загрязнению воздуха, потере органического вещества и усугублению проблемы выбросов парниковых газов. Актуальной является также проблема эффективной и экологически безопасной утилизации муниципальных растительных отходов (листовой опад, скошенная трава). Вермикомпостирование предлагает рациональное решение, превращая проблему отходов в ресурс для восстановления почв. Процесс вермикомпостирования, основанный на симбиотической деятельности дождевых червей (преимущественно видов рода *Eisenia*) и микробного консорциума, позволяет получать стабильный, обогащенный питательными элементами и биологически активными веществами продукт – вермикомпост.

Современные обзоры проведенных научных исследований показывают, что большинство экспериментов по переработке отходов дождевыми червями проводились на отходах животноводства, а затем на сточных водах и промышленном шламе. Относительно небольшое число опубликованных работ посвящено переработке растительных остатков. Согласно сведениям, опубликованным в научной литературе, почти все органические отходы могут быть использованы для вермикомпостирования. Однако прежде, чем использовать их в качестве корма для дождевых червей, часть этих отходов следует предварительно ферментировать и смешать с вторичными отходами в надлежащих пропорциях. В 80 % статей говорилось о

важности предварительного компостирования или обработки перед началом собственно вермикомпостирования [1].

Вермикомпост является значительно более качественным продуктом по сравнению с традиционным компостом, полученным только термофильным сбраживанием. Он характеризуется, прежде всего, высоким содержанием доступных форм макро- и микроэлементов (NPK), гуминовых и фульвокислот; наличием полезной микрофлоры и ферментов (целлюлазы, хитиназы, протеазы), которые проходят через кишечник червя и обогащают конечный продукт, выполняя роль природного биологического удобрения и биостимулятора. Кроме того, вермикомпосты обладают способностью улучшать физико-химические свойства почвы: повышать ее влагоудерживающую способность, аэрацию, стабильность почвенных агрегатов [1, 2].

Многочисленные исследования подтверждают агрономическую ценность вермикомпоста. Прежде всего применение вермикомпоста способствует увеличению урожайности овощных (томаты, перец, капуста), зерновых и технических культур, улучшению вкусовых качеств и пищевой ценности плодов. Использование вермикомпоста в качестве органического удобрения способствует подавлению развития фитопатогенов и повышению иммунитета растений: вермикомпост обогащен антагонистическими микроорганизмами (например, актиномицетами) и содержит ферменты, которые подавляют развитие почвенных болезней.

В современной стратегии интегрированного питания растений (ISFM) наиболее эффективным признано совместное применение вермикомпоста и уменьшенных доз минеральных удобрений. Такой подход, особенно актуальный для стран с ограниченными ресурсами (например, для многих стран Азии и Африки), обеспечивает синергетический эффект, повышая эффективность использования питательных веществ и обеспечивая долгосрочное здоровье почвы [3].

Несмотря на высокий потенциал использования червей для переработки растительных органических отходов, широкомасштабному внедрению вермикомпостирования препятствует ряд существенных проблем. К технологическим проблемам относятся прежде всего качество и состав сырья для компостирования: высокое содержание лигнина и целлюлозы в соломе, подсолнечной лузге и других отходах замедляет процесс. Необходимы этапы предварительной обработки (измельчение, микробная или грибная ферментация).

При вермикомпостировании растительных компонентов основной проблемой является относительно невысокая скорость переработки целлюлозосодержащих отходов. Интенсификация данного процесса возможна за счет усиления активности микробных сообществ. Одним из самых перспективных направлений является предварительная или совмещенная инокуляция сырья специфическими штаммами микроорганизмов. Эта технология направлена на ускорение деградации трудноразлагаемых компонентов отходов, таких как лигноцеллюлоза.

Для обработки растительных остатков перед вермикомпостированием наиболее эффективны целлюлолитические и лигнинразрушающие бактерии (относящиеся к родам *Bacillus*, *Pseudomonas*) и грибы (аскомицеты и базидиомицеты). Также применяют фосфатмобилизующие и азотфиксирующие бактерии для обогащения компоста питательными элементами. Микробная инокуляция выполняет функцию «предварительного компостирования», подготавливая субстрат для червей, что сокращает общее время процесса и повышает качество вермикомпоста. Исследования показывают, что такой подход приводит к увеличению содержания общего азота и ускоренной стабилизации органического вещества в перерабатываемых смесях [4, 5].

Серьезной задачей при вермикомпостировании является также *контроль параметров процесса*. Для жизнедеятельности червей критически важны поддержание оптимальной температуры (мезофильный режим, обычно не выше 35 °C), влажности (60-80%), pH и аэрации. Нарушение любого из параметров может привести к гибели популяции дождевых червей.

Также существует риск наличия в отходах остатков пестицидов, солей тяжелых металлов или патогенных микроорганизмов. Хотя черви способны к детоксикации, процесс вермикомпостирования при низких температурах не гарантирует полной инактивации всех патогенов, что требует строгого входного контроля сырья и мониторинга конечного продукта.

В процессе широкомасштабного внедрения вермикомпостирования возможны также экономические и инфраструктурные барьеры. Переход от лабораторных или мелкотоварных установок к крупным промышленным предприятиям сопряжен со сложностями в логистике, поддержании однородности субстрата и управлении популяцией червей. Имеет место также конкуренция с традиционными методами утилизации растительных отходов. Простота и кажущаяся дешевизна захоронения или сжигания отходов на фоне необходимости в начальных инвестициях, специальных знаниях и более длительном производственном цикле вермикомпостирования часто делают последний экономически менее привлекательным для крупных агрохолдингов.

В развивающихся странах остро стоит проблема недостатка знаний и информации. Отсутствие доступных инструкций, обученных кадров и демонстрационных площадок сдерживает внедрение технологии малыми фермерскими хозяйствами, для которых она могла бы быть наиболее выгодной.

В целом вермикомпостирование, особенно в сочетании с микробными инокулянтами, представляет собой мощную, экологически устойчивую технологию для переработки сельскохозяйственных растительных. Она замыкает цикл питательных веществ, снижает зависимость от синтетических удобрений и способствует восстановлению деградированных почв. Это особенно важно в контексте широкого распространения идей органического земледелия [6].

Для преодоления существующих барьеров и широкого внедрения технологии необходимы скоординированные усилия по таким направлениям, как углубленное изучение микробиомов кишечника червей и вермикомпоста для создания высокоэффективных микробных консорциумов, нацеленных на специфические типы отходов (например, рисовую солому или отходы оливкового производства). Исследование механизмов детоксикации загрязнителей в процессе вермикомпостирования. Важна также разработка недорогих, простых в обслуживании биореакторов для вермикомпостирования, адаптированных к условиям малых ферм и крупных предприятий.

Список литературы

1. Maharjan K., Noppradit P., Techato K. Suitability of vermicomposting for different varieties of organic waste: a systematic literature review (2012–2021) // *Organic agriculture*. – 2022. – No. 12. – P. 581–602.
2. Manchal R., Venuste T., Verma S.A. Vermicomposting, a key to sustainable agriculture: a review // *Farming and Management*. – 2023. – No. 2. – P. 81-93.
3. Vyas P., Sharma S., Gupta J. Vermicomposting with microbial amendment: implications for bioremediation of industrial and agricultural waste // *BioTechnologia*. – 2022. – No. 2. – P. 203-215.

4. Gebrehana Z.G., Mesfin T., Chernet M. Valorizing agricultural wastes through composting vermicomposting and anaerobic digestion for sustainable soil fertility management in Ethiopian smallholder systems // Discover Sustainability. – 2025. – No. 6. – P. 10-26.
5. Kornievskaya E., Kurovsky A., Babenko A., Petrochenko K., Sechko O. Microbial structure of nitrogen utilizers in *Populus nigra* L. compost and vermicompost // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. – 2020. – No. 1. – P. 1-8.
6. Бабенко А.С. Перспективы производства органической продукции в Сибири // Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки. – 2023. – № 10. – С. 1846–1850.

<https://doi.org/10.26898/2026-50>
УДК 633.112.1:631.811.98

ПРИМЕНЕНИЕ РЕТАРДАНТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Балабанова Н.Ф., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Воронкова Н.А., д-р с.-х. наук, г.н.с.
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: natascha.balabanowa@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния ретарданта на высоту растений и продуктивность сортов твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Полевой опыт закладывался в 2022-2023 гг. на опытном полигоне лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ». Установлено, что при однократной обработке ретардантом Этефон высота растений уменьшалась на 5-19 см. Наибольшая реакция на этот прием была у сорта Омский топаз, высота стеблестоя снизилась на 19 см, или 22%. Установлено, что при уменьшении высоты стеблестоя растений, снижения урожайности не наблюдалось у сортов Жемчужина Сибири, Омский изумруд. Омский топаз и Омский малахит при применении ретаданта снижали урожайность зерна на 0,29 и 0,28 т/га.

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, ретардант, высота растений, урожайность

За счет полегания теряется от 10 до 50% урожая сельскохозяйственных культур, кроме того, ухудшается качество растениеводческой продукции, нарушается технологический регламент уборки из-за увеличения ее сроков [1].

Полегание злаковых культур связано не только с неблагоприятными погодными условиями выращивания, но и с изменением метаболизма веществ в стебле начиная с фазы цветения и до уборки, при этом происходит частичная деструкция клеточной оболочки растения, содержание целлюлозы, ксилана и лигнина в стебле снижается на 20-30% [2, 3].

Решение этой проблемы возможно применением экзогенных регуляторов роста – ретардантов. Эти соединения имеют различную химическую структуру, но обладают одинаковой биологической активностью, они расширяют пластинки листьев, усиливают интенсивность их зеленой окраски, увеличивают корневую систему [4-6].

В ассортименте агрохимических средств достаточно широкое распространение получили ретарданты на основе 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (2-ХЭФК), являющейся действующим веществом в препарате этефон. 2-ХЭВК свободно передвигается по растению и обеспечивает выделение этилена, хлорида и иона фосфата. Основное применение этиленпродуценты и,

прежде всего, 2-ХЭФК, нашли как вещества, вызывающие ретардантный эффект. Они не подавляют биосинтез гиббереллинов, а ретардантный эффект возникает в основном за счет блокирования их передвижения, что приводит к укорачиванию стебля и утолщению второго и третьего междоузлий, прежде всего, за счет утолщения стенок соломины. Вследствие этого отмечается интенсификация образования структурных элементов, определяющих урожай [2, 4].

В практике применения ретардантов известно, что эффективность их зависит от комплекса экологических факторов: биологических особенностей культуры, почвенно-климатических условий возделывания, а также агрогенного фактора.

В связи этим цель исследования заключалась в изучении влияния ретарданта на высоту растений, урожайность зерна сортов твердой яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.

Полевой эксперимент был проведен в 2022–2023 гг. на базе лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ».

Схема опыта включала: фактор А – сорт: Жемчужина Сибири (St), Омский изумруд, Омский малахит, Омский топаз; фактор В – обработка посевов ретардантом: 1) контроль (без применения ретарданта); 2) ретардант. Площадь опытной делянки 20 м², повторность трехкратная, размещение систематическое.

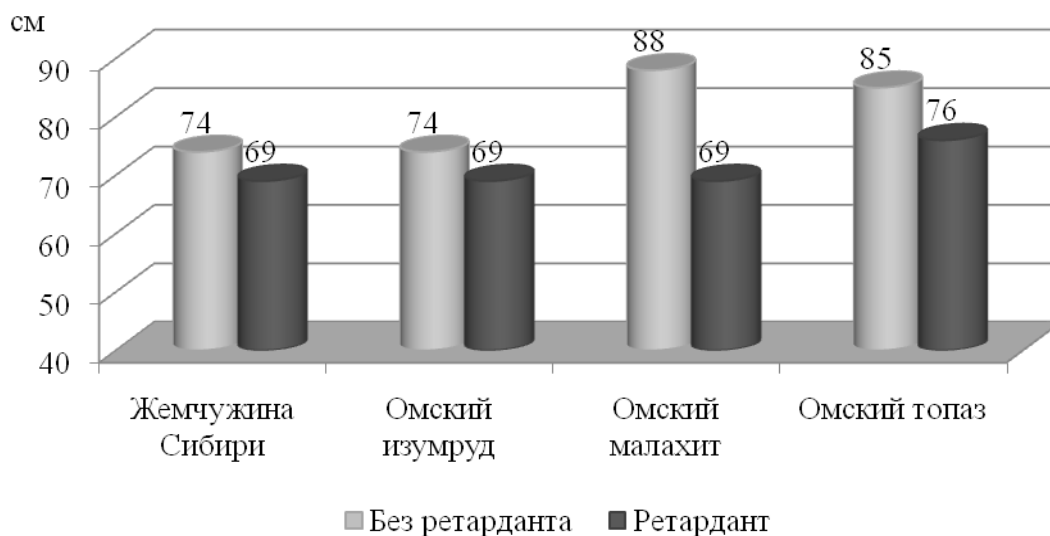
Предшественник – чистый пар. Норма высева 5 млн всхожих зерен на 1 га. Посев сеялкой СС-11. Обработка посевов ретардантом осуществлялась в фазу выхода в трубку препаратом Этефон. Норма расхода препарата – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га. Уход за посевами включал в себя гербицидную обработку баковой смесью Примадонна 0,5 л/га + Овсюген Экспрес 0,6 л/га. Уборку выполняли комбайном Wintersteiger Quantum Plus.

Лабораторно-аналитические исследования почвенных и растительных образцов выполнены по общепринятым методикам. Обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 2014).

Почва опытного участка лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая, содержание гумуса 6,3-6,5 % (по Тюрину), рН = 6,5-6,7, подвижного фосфора и калия 101–120 и 350–420 мг/кг почвы соответственно (по Чирикову).

Вегетационный период 2022 г. характеризовался повышенными значениями температуры воздуха и крайне неравномерным поступлением осадков. Отмечались длительные периоды без существенных осадков с ветреной погодой и атмосферной засухой, ГТК за май - август составил 1,02. Засушливость вегетационного периода 2023 года была обусловлена температурой воздуха 17,8 °С, что выше нормы на 1 °С при дефиците осадков 178 мм, или 86 % от среднесиловатого показателя. ГТК составил 0,80. Экстремально жарким был июль при температуре воздуха 22,6 °С с превышением нормы на 3,2 °С, что оказало негативное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Исследования показали, что высота растений твердой пшеницы в контрольном варианте (без применения ретарданта), у сортов Омский Изумруд была на уровне сорта Жемчужина Сибири (St) – 74 см, а стеблестой сорта Омский топаз и Омский малахит был выше стандарта на 14; 11 см соответственно (см. рисунок). При обработке посевов ретардантом вариация отклонения длины стебля в сравнении с вариантом без ретарданта была в пределах от 5 до 19 см. Следует отметить, что снижение высоты стеблестоя пшеницы после обработки ретардантом у сортов Омский изумруд и Омский малахит было аналогично стандарту на 5-10 см. Более отчетливо проявился ретардантный эффект на сорте Омский топаз, высота стебля уменьшилась в сравнении с вариантом без обработки на 19 см, или 22%. Можно предположить, что реакция этого сорта на ретардант является его генотипической особенностью.



Влияние ретарданта на высоту растений сортов твердой яровой пшеницы, см

Анализ урожайности зерна твердой пшеницы показал, что на фоне без применения ретарданта лидером по продуктивности был сорт стандарт – 2,71 т/га зерна, у сорта Омский изумруд урожайность на 65% (1,64 т/га) ниже, чем у стандарта, у сорта Омский топаз – на 19% (2,27 т/га) и Омский малахит на 12% (2,44 т/га) (см. таблицу).

При применении ретарданта наблюдался тренд к снижению урожайности у сортов Омский топаз и Омский малахит на 0,29 и 0,28 т/га. У сорта Жемчужина Сибири и Омский изумруд на фоне ретарданта отмечена положительная тенденция к увеличению урожайности зерна на 0,18-0,10 т/га. Применение 2-ХЭВК на твердой пшенице отразилось и на массе 1000 зерен. В вариантах с ретардантом вес 1000 зерен был меньше, чем в вариантах без обработки. Этим фактом в основном объясняется снижение урожайности. Наиболее чувствительный сорт – Омский топаз, масса 1000 зерен снизилась на 3,4 г.

Влияние ретарданта на элементы структуры урожайности и качество зерна

Показатель	Жемчужина Сибири		Омский изумруд		Омский топаз		Омский малахит		НСР ₀₅
	0*	1	0	1	0	1	0	1	
Урожайность, т/га	2,71	2,89	1,64	1,74	2,27	1,98	2,44	2,16	0,21
Масса 1000 зерен, г	35,0	33,0	33,2	31,7	32,7	29,3	37,1	35,2	1,8
Содержание белка в зерне, %	14,7	14,9	15,4	15,7	15,0	15,9	16,3	16,2	Fф<Fт
Содержание клейковины в зерне, %	32,6	33,0	33,2	33,1	32,0	31,8	33,7	34,6	Fф<Fт

*0 – без применения ретарданта; 1 – ретардант.

Анализ качества зерна (содержание белка, клейковины) существенных изменений в зависимости от применения ретарданта не выявил.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что применение стимулятора роста (2-ХЭВК) с ретардантным эффектом с целью повысить устойчивость яровой твердой пшеницы к полеганию в условиях Омского Прииртышья зависит от сортовой специфики. Обработка посевов ретардантом снизила высоту растений на 5-19 см, наибольший ретардантный эффект проявился у сорта Омский топаз. Высота стебля была на 22% ниже, в

сравнении с вариантом без обработки. Уменьшение высоты сопровождалось снижением урожайности у сортов Омский топаз и Омский малахит на 0,29 и 0,28 т/га. Сорта Жемчужина Сибири и Омский изумруд на фоне применения ретарданта не снижали урожайность и качество зерна.

Список литературы

1. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П. Ретарданты // Защита и карантин растений. – 2010. – № 8. – С. 4-7.
2. Тарасов С.С., Михалев Е.В., Речкин А.И., Крутова Е.К. Регуляторы роста и развития растений: классификация, природа и механизм действия // Агрохимия. – 2023. – № 9. – С. 65-80.
3. Li Ch., Chang Y., Luo Y. et al. Nitrogen regulates stem lodging resistance by breaking the balance of photosynthetic carbon allocation in wheat // Field Crops Research. – 2023. – Vol. 296. – P. 108908.
4. Долженко Д.О. Наследование и генетический контроль высоты растений у ячменя // Нива Поволжья. – 2020. – № 1 (54). – С. 54-60.
5. Можарова И.П., Мухина М.Т., Волкова М.А., Вознесенская Т.Ю. Эффективность ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила в посевах яровой пшеницы // Плодородие. – 2023. – № 5 (134). – С. 98-103.
6. Воронкова Н.А., Балабанова Н.Ф., Волкова В.А. и др. Применение ростостимуляторов при возделывании яровой мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 10. – С. 73-7.
7. Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А., Волкова В.А. Влияние ретарданта на высоту растений, урожайность и качество зерна яровой твердой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2026. – Т. 40. – № 1. – С. 5-10.

<https://doi.org/10.26898/2026-51>
УДК 633.511:632.954:632.5(571.1)

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ НА ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Берендеева Л.О., м.н.с.,

Григорьев Ю.П., канд. с.-х. наук, в.н.с.,

Александрова С.Н., канд. с.-х. наук, с.н.с.,

Храмов С.Ю., н.с.

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: liliy52@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты научных исследований по определению влияния различных вариантов гербицидной обработки на засорённость посевов льна-долгунца в Омской области. Опыты проводились в 2025 г. в отделе северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». Результаты исследования показали, что при обработке льна-долгунца в фазе «ёлочки» баковой смесью гербицидов Линтаплант, ВК + Зингер, СП + Хилер, МКЭ и фунгицидом Титул Дуо, ККР отмечалось существенное снижение засорённости и наибольшая гибель сорняков.

Ключевые слова: лен-долгунец, гербицид, сорт, засорённость

Введение. Лён-долгунец, обладающий высокой ценностью как техническая культура, традиционно возделывается на территории Омской области, выступая важным поставщиком естественных волокон. Разнообразные продукты льна находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Лен – одна из немногих культур, которая слабо конкурирует с вредителями и сорняками и сильнее других страдает от болезней. Для него нужна система защиты, включающая агротехнические, химические и биологические меры борьбы [1, 2].

Надежная защита посевов льна-долгунца от сорной растительности – главная составная часть интенсивной технологии его возделывания и главный резерв повышения урожайности волокна и семян, улучшения качества продукции, снижения затрат на ее переработку. Льноводческие хозяйства ежегодно несут большие потери из-за сильной засоренности полей, так как сорняки конкурируют с культурой за свет, влагу и питание, затрудняют уборку урожая. *Правильный выбор гербицидов для борьбы с сорняками в посевах льна-долгунца важен, так как культура чувствительна ко многим препаратам.* Неправильно подобранные гербициды могут снизить эффективность обработки и внести в метаболизм растений изменения, которые отрицательно повлияют на процессы формирования волокна и его качество [3, 4].

Также важно учитывать видовой состав сорняков, так как на полях в различных хозяйствах и зонах он может варьироваться. У многих растений постепенно вырабатывается резистентность к отдельным гербицидам [5].

Проблема засорённости почв в Омской области особенно актуальна из-за сочетания климатических условий, особенности почвенного покрова и структуры землепользования.

Цель исследования – определить влияние различных вариантов химической обработки на засорённость посевов льна-долгунца Омской области.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на опытном поле отдела северного земледелия Омского аграрного научного центра в 2025 году в подтаежной зоне Омской области.

В рамках проведённого двухфакторного опыта изучали комплексное применение средств защиты растений в посевах 6 сортов льна-долгунца: Томич 2, Томич 3, Томский 18, Квартет, Пересвет, Грант.

Обработка осуществлялась в фазе «ёлочки» (высота растений 3-10 см), так как это оптимальный период, когда культурное растение уже достаточно устойчиво к препаратам, а большинство сорных видов находится в уязвимой стадии прорастания или начального роста. В опытах применялись следующие препараты: Линтаплант, ВК и Зингер, СП – гербициды против однолетних и многолетних двудольных сорняков; Хилер, МКЭ – гербицид против однолетних и многолетних злаковых сорняков; Титул Дуо, ККР – фунгицид против грибных болезней, мучнистой росы, пиренофороза, ржавчины, септориоза и др. Дозы в вариантах подобраны так, чтобы минимизировать стресс для культуры при максимальном подавлении сорняков.

Схема опыта включала семь вариантов использования средств защиты растений:

1 – контроль (вариант без средств защиты растений);

2 – Линтаплант, ВК, 1 л/га + Хилер, МКЭ, 1 л/га;

3 – Зингер, СП, 0,01 кг/га + Хилер, МКЭ, 1 л/га;

4 – Линтаплант, ВК, 0,5 л/га + Зингер, СП, 0,005 кг/га + Хилер, МКЭ, 1 л/га;

5 – Линтаплант, ВК, 1 л/га + Хилер, МКЭ, 1 л/га + фунгицид Титул Дуо, ККР, 0,4 л/га;

6 – Зингер, СП, 0,01 кг/га + Хилер, МКЭ, 1 л/га + фунгицид Титул Дуо, ККР, 0,4 л/га;

7 – Линтаплант, ВК, 0,5 л/га + Зингер, СП, 0,005 кг/га + Хилер, МКЭ, 1 л/га + фунгицид Титул Дуо, ККР, 0,4 л/га.

Агротехника в опыте общепринятая для подтаёжной зоны. Предшественник – пшеница после пара. Основная обработка почвы – вспашка на 18–20 см. Ранневесеннее боронование в 2 следа зубowymi боровами. Непосредственно перед посевом культивация КПС-4 на глубину 4–5 см, предпосевное и послепосевное прикатывание катками ККЗ-6Б. Посев проводился сеялкой СН-16Л, оборудованной анкерными сошниками, узкорядным способом (7,5 см) на глубину 1,5–2 см, норма высева – 25 млн всхожих семян на гектар. Площадь учетной делянки в опытах 30 м², повторность 3-кратная, размещение вариантов систематическое, в соответствии с методикой проведения полевых опытов со льном-долгунцом [6].

Почва опытного участка серая лесная оподзоленная тяжелосуглинистая. Мощность пахотного горизонта 18-20 см с содержанием гумуса 3,0-3,5%. Реакция почвенного раствора слабокислая ($pH_{\text{сол}} = 5,0-5,5$). Содержание в пахотном горизонте подвижного фосфора по Кирсанову от среднего до повышенного (125-150 мг/кг почвы), обменного калия – низкое (38-67 мг/кг почвы) [7].

Результаты исследования. В ходе исследований в посевах льна-долгунца был выявлен разнообразный видовой состав сорной растительности. Преобладающую долю составили однолетние виды, среди которых зафиксированы: подмаренник цепкий, щетинник сизый, горец вьюнковый, марь белая, пастушья сумка. Среди многолетних сорняков отмечены: осот полевой, осот жёлтый, пырей ползучий. Таким образом, фитоценоз в посевах льна-долгунца характеризовался преобладанием однолетних видов при наличии устойчивого многолетнего компонента.

Исследования показали, что во всех вариантах с применением средств защиты растений наблюдается значительное снижение засорённости и увеличение массы культуры по сравнению с контролем. Наилучшие результаты получены в 5–7 вариантах, в которых вместе с гербицидами применялся фунгицид Титул Дуо, отмечается наибольшая по сравнению с остальными вариантами масса культуры (1492–1529 г/м²) и наименьшее содержание сорняков (0,7–1,0%). Сорт Пересвет демонстрирует наибольшую массу культуры (2145 г/м²) при низкой засорённости на 6 варианте (Зингер + Хилер + фунгицид Титул Дуо). У сорта Грант на контроле наблюдается наименьшая масса культуры от 810 г/м² (на контроле) до 1265 г/м² (на 7 варианте) и соответственно высокая засорённость посевов (от 1,7 до 13,6%) (см. таблицу).

Средние значения по вариантам с применением средств защиты растений подтверждают их преимущество по засорённости в посевах льна-долгунца (содержание сорняков от 0,7 до 1,6 %) по сравнению с 1 вариантом (без СЗР), засорённость которого составила 9,5%. Наилучший результат получен в 7 варианте (Линтаплант + Зингер + Хилер + Титул Дуо), при использовании которого содержание сорняков от биомассы составило в среднем по сортам 0,7%, при этом количество сорняков составило 9 шт./м², а их масса – 8 г.

Мониторинг засорённости посевов льна-долгунца: видовой состав и количественные показатели, 2025 г.

Показатель	Вариант						
	Контроль (без СЗР)	Линтаплант Хилер	Зингер + Хилер	Линтаплант + Зингер	Линтаплант + Хилер+ Титул Дуо	Зингер + Хилер + Титул Дуо	Линтаплант + Зингер +Хилер +Титул Дуо
<i>Сорт Томич 2</i>							
Масса культуры, г/м ²	1290	1390	1325	1020	1300	1220	1370
% сорняков от биомассы	5,7	0,2	0,2	0,7	0,3	0,5	0,1
Количество сорняков, шт./м ²	18	13	4	10	8	6	3
Масса сорняков, г/м ²	74	3	3	7	4	6	1
<i>Сорт Томич 3</i>							
Масса культуры, г/м ²	1010	1210	1255	1250	1505	1580	1765
% сорняков от биомассы	3,6	0,5	0,5	0,7	0,4	0,4	0,3
Количество сорняков, шт./м ²	32	12	25	13	9	10	5
Масса сорняков, г/м ²	36	6	7	9	6	6	5
<i>Сорт Томский 18</i>							
Масса культуры, г/м ²	1090	1031	1375	1315	1300	1290	1312
% сорняков от биомассы	7,3	1,3	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3
Количество сорняков, шт./м ²	54	5	11	18	11	15	11
Масса сорняков, г/м ²	80	14	6	5	7	4	4
<i>Сорт Квартет</i>							
Масса культуры, г/м ²	1285	1380	1445	1438	1520	1695	1530
% сорняков от биомассы	17,1	2,1	1,7	1,4	1,2	1,2	0,6
Количество сорняков, шт./м ²	99	6	19	22	18	22	12
Масса сорняков, г/м ²	265	27	25	20	18	20	9
<i>Сорт Пересвет</i>							
Масса культуры, г/м ²	1725	1895	1625	1880	2078	2145	1835
% сорняков от биомассы	9,6	0,3	3,1	2,1	0,2	1,9	0,5
Количество сорняков, шт./м ²	58	6	19	38	2	28	10
Масса сорняков, г/м ²	165	5	51	40	4	40	9
<i>Сорт Грант</i>							
Масса культуры, г/м ²	810	1085	1030	1270	1250	1245	1265
% сорняков от биомассы	13,6	5,2	3,0	5,1	1,7	1,8	2,1
Количество сорняков, шт./м ²	36	26	19	11	20	21	14
Масса сорняков, г/м ²	110	56	31	65	21	23	17
<i>Среднее по варианту защиты растений</i>							
Масса культуры, г/м ²	1202	1332	1343	1362	1492	1529	1513
% сорняков от биомассы	9,5	1,6	1,5	1,7	0,8	1,0	0,7
Количество сорняков, шт./м ²	49	11	16	19	12	17	9
Масса сорняков, г/м ²	122	18	20	24	12	16	8

Заключение. Результаты проведённых опытов показали, что оптимальной схемой защиты посевов льна-долгунца от сорной растительности является 7 вариант (Линтаплант + Зингер + Хилер + Титул Дуо), который обеспечивает максимальное подавление сорняков по всем показателям, способствует увеличению массы культуры, демонстрирует стабильность на разных сортах, включая слабоконкурентные, обладает синергетическим эффектом, превосходя моно- и парные обработки.

Список литературы

1. Мансапова А.И., Горбова М.А. Особенности возделывания льна-долгунца на волокно и семена в подтаежной зоне Омской области // Вестник Алтайского государственного аграрного центра. – 2020. – № 12 (194). – С. 24-30.
2. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.Г., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур // Защита и карантин растений (приложение). – 2011. – № 5. – С. 49-51.
3. Мартынов Б.П. Возделывание и первичная обработка льна-долгунца по интенсивной технологии: агрономическая тетрадь. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 108 с.
4. Захарова Л.М., Кудряшова Т.А., Виноградов Т.А. Для прополки льна-долгунца // Защита и карантин растений. – 2012. – № 3. – С. 24-25.
5. Захарова Л.М., Кудрявцев Н.А., Павлова Л.И. Защита льна-долгунца // Защита и карантин растений. – 2009. – № 1.
6. Увеличение урожайности льнотресты в подтаёжной зоне Омской области: практ. рекомендации. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2025. – 40 с.
7. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование. – Омск, 1991. – 164 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-52>
УДК 631.816:631.4 (575.3)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГИССАРСКОМ И ЕГО АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНАХ

**Бобохониён З.К., канд. с.-х. наук, доцент,
Каримова Ф.Дж., канд. с.-х. наук,
Караев Ш., канд. с.-х. наук, доцент**

Институт почвоведения и агрохимии ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан
e-mail: zebinisso.bobokhoniyon@mail.ru; fayzigul.karimova@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований оценки качества почвенных покровов Гиссарского и их административных районов. Почвенный покров природно-сельскохозяйственных зон, выполненных на территории Гиссарской долины весьма неравноценен. В порядке повышения качества почв все территории равнинной части располагаются следующим образом: Турсунзадевская, Гиссарская, Шахринауская, Рудаки и Вахдатская. Материалы бонитировки почвенного покрова Гиссарской долины служить практической применением в разрешении некоторых вопросов, связанных с землепользованием, повышением культуры земледелия, охраной почвенного покрова от разрушения особенно необходимы они для научно обоснованного решения задач, относящихся к планированию и вопросам экономики сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: оценка качества почвенного покрова, бонитировка и охрана почвенного покрова, планирование, вопросы экономики

Согласно данным Сапожникова (1985) и последним публикациям, горные территории Таджикистана относятся переднеазиатский и центрально-азиатской областям [4].

В пределах первой выделены пят в том числе, ферганская провинция, как северная территории Таджикистана, Гиссара, Дарвазская провинция охватывает Зеравшанский Гисарский также хребты Хазратишо и Петра I и таким образом объединяет территории двух хребтов к северу от города Душанбе и территории горных систем Центрального Таджикистана.

Современное состояние земельно-оценочных работ в Гиссарской долине нужно подготовит такой материал, который позволяет оценить качественное состояний почвенного покрова в целом по долине независимости от особенностей его хозяйственного использования. Наиболее полное представление о качестве земель даёт углубления бонитировка, когда оценивается уровень плодородия всех почв, всех видов угодий (включая и почвы земельные растениеводческого фонда и всех подразделении), (бригад в отделении) каждого хозяйства [2].

Результат такой бонитировки, наиболее полно характеризующей состав и качественное состояние всего почвенного покрова отдельных хозяйств, служить основой для внутрихозяйственного планирования производства и определение размеров заготовки сельскохозяйственный продукции, пахотных и кормовых угодий [3]. Однако углубленная бонитировка, предназначенная для внутрихозяйственного и внутри районного использования трудоемкая. Основой выделения при почвенно-бонитировочных работах в Гиссарской долине может служить шкала категории бонитетов почв.

Более половины всех земель приходится на наиболее цену и сельскохозяйственную активную групп. Первая группа, площадь которой достигает 609,2 тыс./га, или 52,1% площади всех земель долине, т.е. в качестве земель всестороннего хозяйственного использования довольно высокие.

Наибольшую ценные почв староорошаемые коричневые карбонатные со средним баллом – 85, кроме того, более 36,1% площади группы занимает серозём луговые и горно-коричневые карбонатные оцениваемые в целом - 57 баллов, староорошаемые коричневые карбонатные составляет 68,5, староорошаемые сероземы тёмный - 65 баллов, новоорошаемые коричневые карбонатные – 75 баллов, коричневые горные карбонатные – 55 баллов, серозем луговой – 60 баллов.

Почв кормовых угодий (вторая группа) занимающие - 32,2% площади земель долины, также отличаются относительно высоких бонитетами - 37,6 балл по сравнению с третьей группы. Вполне возможно трансформации наиболее ценных почв второй группы особенно горный эродированный коричневый карбонатный - 45 баллов активный вид землепользования площадь составит 6,8% из общей площади 376,54 тыс./га.

Земля мелиоративного фонда (третья группа) сильно разобщены, хотя их площадь достигает (183,6 тыс. га) и представленные в основном лугово-болотными и болотными почвами - 65 тыс. га и примитивные и скальные почвы - 50,0 тыс./га качества, которых, как и всей третьей группы, самая низкая - 12,0 баллов бонитетам стоимость сумма баллов равен 2240.

Мелиорации лугово-болотных и болотные почв может быть достигнуто некоторое увеличение площади пашни, сенокосных угодий. Существенное преобладание в Гиссарской долине первой и второй групп (84% площади всех земель) определяет его сельскохозяйственного производства наряду с развитыми животноводствами. Пример углубленной бонитировке почв на территории Гиссарской долины приводим материала оценки почв отдельные хозяйства Турсунзадевский административных района.

Район отличается благоприятным для возделывания большого ассортимента культур по климатическими условиями, относительно высоким плодородием почв сельскохозяйственных угодий. Много отраслей ведения сельского хозяйства, хорошо развитой транспортной сетью близостью мест для получаемой сельскохозяйственной продукции. Все это создает предпосылки для высокой рентабельности хозяйства и стимулирования интенсификации использования земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве. Площадь Турсунзадеевского района в общем небольшая 118,2 тыс. га, или 10,1% всей территории Гиссарской долины. Вместе с тем земли Турсунзадеевского района характеризуется в пределах Гиссарской долины и более высоким качеством плодородия. Они оценены в среднем в (56) баллов, и бонитет стоимости сумма баллов - 6611. Коэффициент их сравнительного достоинства равен 1,29% $K_c = 56$ баллов. Хозяйств почв Турсунзадеевского района определяется, тем, что площадь староорошаемых коричневых карбонатных первой группы или 13,6%, т.е. площади 118,2 тыс./га занимает 12,0 тыс./га и староорошаемых серозем темных - 30 тыс./га, или 34% площади, всех площади первой группе отличается самой высокой бонитетности первой генетикой производственной группы (см. рисунок).

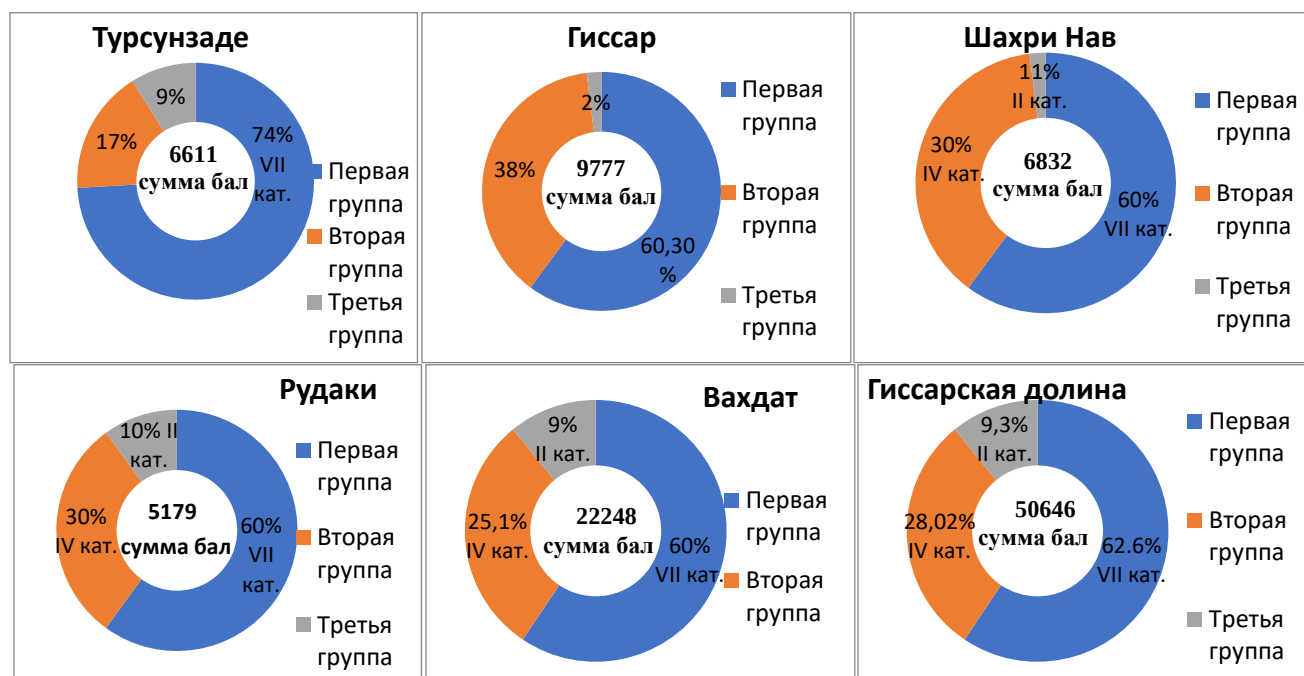
Вследствие этого благодаря хорошей тепло обеспеченности почв и равнинной территории районных этой зоны характера самая высокая степень распаханность почв первой группы (91,5%-4%).

Преобладают здесь староорошаем серозем темные оцененные - (в 65) баллов, серозем луговые-(55) баллов и староорошаемых коричневых карбонатных-(85) баллов они и составляют в основном первую генетико-производственную группу. В хозяйствах зон наиболее рентабельных считается Гиссарской долины производства всех сельскохозяйственных культур, в том числе хлопководство, рисоводство, садоводство, виноградарства, овощеводства и др. В животноводстве зоны целесообразно развитие молочно-мясного крупного рогатого скота.

Почвы кормовые угодий (вторая группа) представлены эродированные коричневые карбонатные, серозем луговые каменистые и маломощные также серозем полугидроморфные и гидроморфные средней (балл-39), категории, (балл IV). Почвы первой и второй группы занимает-92% общей площади земель Турсунзадеевских районов, а средний балл их бонитета равен-(60,1) балл и категории балность (VII). Площадь земель третьей группы в этой зоне весьма незначительно всего (10га) площадь или лишь – (8,4%) ее общей площади баллов 12 и категории балности-(II категории).

В связи с этим специализация хозяйств в Турсунзаде идет по линии хлопководства, садоводства, виноградарства, зерноводства и овощеводства, чему способствуют обширные массивы погодно пригодных земель и климат, в условиях которого формируется продукция высокого качества. По прогнозу развития сельскохозяйственного производства резкое увеличение сельскохозяйственных продукции в Турсунзадеевской зоны и других зонах Гиссарской долины невозможно без внедрения соответствующих мер по повышению плодородия почв.

Исследования показали, что в (5) административных районов входящих в Гиссарской долину по уровню ценности земельных ресурсов относится первой группы (65) балла оценочной категории бонитета VII, второй категории к VI и третий группа к II категория бонитете. Тем не менее почти для всех районов характерен высокий коэффициент земледельческой особенности земель - 80%.



Состав и бонитет почвенного покрова Гиссарской долины

По нашим подсчетам, дополнительные площади почв, пригодных для использования в качестве пахотных угодий и не требующие для трансформации больших материальных затрат, составляют в Турсунзадевском районе 10,0 тыс. /га, или 50% от общей площади. Таким образом, при внутривоспроизводственном планировании производства растениеводческой продукции нужно строго учитывать качество почв пахотных угодий отдельных хозяйств.

Пример планирования урожая и поставок зерна государству в зависимости от качества почв пашни в хозяйствах Турсунзадевского района

Агроучасток	Качество почв		Планируемая урожайность, ц/га	Планирование зерна государству, ц/га	Бонитет категории
	Бонитет, балл	Коэф. сравнения			
1	85	1,51	60,4	22,65	XI
2	80	1,45	58,0	21,75	XI
3	75	1,33	53,2	19,95	VIII
4	70	1,25	50,0	18,75	VII
5	65	1,16	46,4	17,40	VII
6	55	0,98	40,9	14,70	VII
7	50	0,89	35,6	13,35	VI
8	45	0,80	32,0	12,00	V
9	23	0,23	9,2	3,45	III
10	12	0,21	8,4	3,15	II
Всего	56,0	1,00	40,0	15,0	VI

Высшие по качеству почвы оцениваются в 91-100 баллов и относятся к самым лучшим. Категории, которые представлено почвами 20-11 баллов относится к десятой категории самый худший класс почв. Может быть выделено и первой (1) категория (почвы в 10 баллов и меньше) но такая группа совершенно непригодно сельскохозяйственных освоении без капитала

мелиоративные преобразование. Коэффициент поправок на местных условиях в бонитировочные расчеты составляется по формуле: $B = B_{сх} K_m$;

Позволяют сделать заключение о том, что производства сельскохозяйственной продукции должно выявить на основе небольших дополнительных капитале вложений [5].

В целом Турсунзадевский район по качеству земель занимает первой место среди административных подразделений в Гиссарской долины [2].

Сравнительно худшего, качества почвенного покрова относится агроучастки 6, 7, оценено в среднем 55,5-0,45 баллов (категории бонитет VII, VI и V). Качество почвенного покрова остальных участков (9,10) относится ко III и II категории бонитет 23,12 баллов, а средневзвешенный балл в зависимости от качества почв пашни хозяйство Турсунзадевский район, оцененный в среднем 56 баллов (категория балльности VI).

Список литературы

1. Керзум П.А. Система бонитировка почв Таджикской ССР // Бонитировка почв Таджикистана. - 1974.
2. Караев Ш., Султонов М.С., Сангинов С.Р. Инструкция по бонитировки почв. - Душанбе, 1995.
3. Бабаев Р.Д., Эргашов М.Дж. Бонитетная оценка почв. - Душанбе, 2012.
4. Сапожникова Г.Н. Проблемы и сохранения генофонда, горных экосистем Таджикистана // Горные территории и их оснований. – 1985.
5. Гаврилук Ф.Я. Бонитировка почв колхозов и совхозов // Бонитировка почв. – М., 1970. - С. 85-93.
6. Ли В.Н. Бонитировка агроэкологических условий орошаемых территории // Плодородие орошаемых земель Узбекистана. – Ташкент, 1989. – С. 93-137.

<https://doi.org/10.26898/2026-53>
УДК 633.1:632.934:635.713

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ МАРКИ СОЛЮТ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**Бобровский А.В.¹, канд. с.-х. наук,
Козулина Н.С.¹, канд. с.-х. наук,
Василенко А.В.¹, канд. с.-х. наук,
Крючков А.А.¹, с.н.с.,
Сас Р.Н.², исполнительный директор**

¹Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение Федерального исследовательского центра
«Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия

²ООО «Биотех», Красноярск, Россия
e-mail: aleksandr_bobrovski@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования по изучению влияния средств защиты и гуминового удобрения марки Солют на элементы структуры и урожайность яровой пшеницы. Схема опыта включала варианты: контроль (без средств защиты и гуминового удобрения); опытный вариант (обработка семян и посевов гуминовыми удобрениями и

средствами защиты). Объектами исследований являлся сорт яровой пшеницы Красноярская 12, средства защиты растений, гуминовые удобрения марки Солют. Полученные результаты показали, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым удобрением марки Солют Семена повысила лабораторную всхожесть на 3,9–5,6 % в сравнении с контролем. Отмечено увеличение элементов структуры в варианте с применением гуминовых удобрений и средств защиты - количество растений с 1 м² возросло на 51,6 шт./м², продуктивных стеблей - на 187,0 шт./м², озернённость увеличилась на 2,3 шт., масса зерна с колоса - на 0,07 г в сравнении с контролем. Урожайность при совместном использовании гуминовых удобрений и средств защиты составила 2,65 т/га (прибавка к контролю 0,54 т/га, или 25,6 %).

Ключевые слова: яровая пшеница, гуминовые удобрения, элементы структуры урожая, урожайность, Красноярская лесостепь

Введение. Красноярский край занимает лидирующие позиции по урожайности сельскохозяйственных культур в Сибирском федеральном округе. Для дальнейшего увеличения урожайности необходимо усовершенствование подходов к существующим системам земледелия [1].

Яровая пшеница является одной из главных сельскохозяйственных культур в России. Этим объясняется внимание к вопросам повышения урожайности данной культуры. Зерно мягкой яровой пшеницы даёт высококачественную муку (сильные и ценные сорта) для выпечки хлебобулочных изделий [2-4].

В современном сельском хозяйстве большое внимание уделяется получению максимальных урожаев экологически чистой продукции, поэтому в настоящее время все шире применяются экологически безопасные методы производства [5, 6]. Перспективным направлением в технологии возделывания является использование препаратов природного происхождения, обладающих способностью стимулировать процессы роста и развития растений [7]. Для регулирования роста и продуктивности возможно использование гуминовых удобрений. Механизм их действия заключается в стимулировании биохимических процессов, как на этапе прорастания семян и образования корневой системы, так и при дальнейшем развитии растения [8]. Данные препараты не токсичны, что способствует получению экологически чистой продукции.

Цель исследований - изучить влияние гуминового удобрения марки Солют на элементы структуры и урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Красноярского края.

Методика исследования. Исследования гуминового удобрения марки Солют проведены на стационаре Минино КрасНИИСХ, ФИЦ КНЦ СО РАН в 2025 году. Почва опытного участка - чернозем выщелоченный. Содержание гумуса составляло от 4,3 до 4,9 %. Обеспеченность нитратным азотом перед посевом 3,5-4,0 мг/кг почвы, подвижным фосфором - 158-165 мг/кг почвы, подвижным калием – 128-137 мг/кг почвы. Предшественник – чистый пар. Повторность опыта: 4-кратная. Площадь опытной делянки 100 м².

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без обработки гуминовыми удобрениями и средствами защиты).
2. Опытный вариант: предпосевная обработка семян протравителем Хет-Трик, СК (1,3 л/т) и гуминовым удобрением Солют семена (0,2 л/т). В фазу кущения обработка гербицидами Ластик Экстра, КЭ (1,0 л/га) и Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + опрыскивание гуминовым удобрением Солют 1 (2,0 л/га). В фазу колошения - начала цветения: обработка фунгицидом Балий, КМЭ (0,7 л/га) + инсектицидом Борея Нео, СК (0,2 л/га) + совместная обработка гуминовыми удобрениями Солют 1 (1,0 л/га) + Солют 2 (1,0 л/га) + Солют 3 (1,0 л/га).

Объектом исследования являлся сорт яровой пшеницы Красноярская 12 селекции Красноярского НИИСХ. Среднеспелый, вегетационный период 78-90 дней. Устойчив к полеганию, восприимчив к пыльной головне, бурой ржавчине и мучнистой росе. Масса 1000 зерен составляет 35-39 г, а также гуминовые удобрения марок Солют: Солют Семена, Солют 1, Солют 2, Солют 3.

Обработка почвы типовая для условий Красноярской лесостепи. Посев опыта проводился сеялкой СН-16 с нормой высева - 4,5 млн всх.з./га. Обработка посевов пестицидами и гуминовым удобрением марок Солют 1, Солют 2, Солют 3 осуществлялась опрыскивателем Demorol-600. Уборка полевого опыта комбайном Wintersteiger Classic.

Фенологические наблюдения проводились на визуальной основе в четырёхкратной повторности. Началом фазы считался момент, когда в нее вступало 10 % растений, окончанием – 75 % растений. Статистическую обработку полученных данных методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием пакета программ прикладной статистики Snedecor [9].

Вегетационный период 2025 г. характеризовался как избыточно увлажненный ГТК = 1,63, сумма осадков за вегетационный период составила (май – август) 315,9 мм. Наибольшее количество осадков выпало в июне и августе – количество осадков превышало средне многолетние значения на 50,0 и 68,3 мм. В мае и июле количество осадков было ниже средне многолетних значений. Максимальные показатели температуры воздуха отмечены в июне (среднемесячная температура превышала многолетние значения на 3,1 °С), среднемесячные температуры мая, июля и августа были близки к многолетним значениям.

Результаты исследований. Предпосевная обработка семян является эффективным способом повышения качества посевного материала яровой пшеницы. Благодаря обработке гуминовыми удобрениями в семенах укрепляется иммунная система, повышается энергия прорастания, лабораторная и полевая всхожесть, стимулируется рост и развитие проростков, заметно снижается поражение семян [10]. Проведённое комплексное исследование в рамках регистрационного испытания препарата Солют Семена показало, что в опытном варианте лабораторная всхожесть превосходила контроль на 3,9–5,6 %.

Применение в течение вегетационного периода гуминовых удобрений марки Солют и химических средств защиты растений оказало положительное влияние на элементы структуры урожая. Это связано с тем, что средства защиты снижают неблагоприятное воздействие вредных организмов на растение в течение вегетационного периода, а гуминовое удобрение обладает ростостимулирующим эффектом (табл. 1). В контрольном варианте количество растений с 1 м² составило 334,2 шт./м², общее количество стеблей составило 618,0 шт./м², продуктивных стеблей – 498,1 шт./м², длина колоса составила 7,6 см., озернёность колоса – 20,9 шт., масса зерна с колоса – 1,14 г., масса 1000 зёрен составила 37,2 г. В опытном варианте с применением гуминовых удобрений и средств защиты растений отмечено увеличение количества растений и стеблей с 1 м². В сравнении с контролем количество растений увеличилось на 51,6 шт./м², общее и продуктивное количество стеблей на 197,0 и 187,0 шт./м² соответственно. Озернёность и масса зерна с колоса были достоверно больше в сравнении с контролем. В опытном варианте получена максимальная масса 1000 зёрен – 38,1 г.

Обработка гуминовыми удобрениями марки Солют вегетирующих растений способствовала лучшему развитию растений и увеличению урожайности. Урожайность яровой пшеницы сорта Красноярская 12 в контрольном варианте составила 2,11 т/га (табл. 2).

Таблица 1

Элементы структуры урожая яровой пшеницы в зависимости от применения гуминовых удобрений, стационар Минино, 2025 г.

Вариант опыта	Кол-во растений, шт./м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Длина колоса, см	Количество колосков в колосе, шт.	Озерненность колоса, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
		Общ.	Прод.					
Контроль	334,2	618,0	498,0	7,6	11,5	20,9	1,14	37,2
Опытный вариант	385,8	815,0	685,0	8,7	12,6	23,2	1,21	38,1
НСР₀₅	30,1	84,3	71,7	0,6	0,8	1,8	0,03	0,6

Таблица 2

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от применения гуминовых удобрений, стационар Минино, 2025 г.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	2,11	-	-
Опытный вариант	2,65	0,54	25,6
НСР₀₅	0,33		

При использовании гуминовых удобрений марки Солют и средств защиты растений получена урожайность в 2,65 т/га, прибавка к контролю составила 0,54 т/га, или 25,6 % (табл. 2).

Выводы

1. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом Солют Семена позволила увеличить лабораторную всхожесть на 3,9–5,6 % в сравнении с контрольным вариантом.

2. Учёт элементов структуры урожая показал достоверное увеличение исследуемых значений в варианте опыта с применением гуминовых удобрений и средств защиты растений - отмечено увеличение количества растений с 1 м² на 51,6 шт./м², общего и продуктивного количества стеблей на 197,0 и 187,0 шт./м², озернённости (на 2,3 шт.) и массы зерна с колоса (на 0,07 г) в сравнении с контролем. Применение гуминовых удобрений марок Солют и средств защиты позволило сформировать максимальную массу 1000 зерен - 38,1 г.

3. Урожайность яровой пшеницы сорта Красноярская 12 в контрольном варианте составила 2,11 т/га. В варианте опыта с совместным использованием гуминовых удобрений и средств защиты для предпосевной обработки семян и растений по вегетации получена урожайность в 2,65 т/га, прибавка к контролю составила 0,54 т/га, или 25,6 %.

4. Использование гуминового удобрения марки Солют в рекомендованной производителем дозе совместно со средствами защиты может быть рекомендовано при выращивании яровой пшеницы в условиях лесостепи Красноярского края.

Список литературы

1. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации. - Красноярск, 2015. - 594 с.
2. Сидоров А.В. Селекция яровой пшеницы в Красноярском крае. - Красноярск, 2018. - 208 с.
3. Савельев В.А. Яровая пшеница: моногр. - Куртамышь, 2015. - 248 с.
4. Яровая пшеница: современные технологии возделывания в Красноярском крае: науч.-практ. рекомендации. - Красноярск, 2021. - 132 с.

5. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Бобровский А.В., Крючков А.А. Разработка элементов сортовой агротехники зерновых культур в Красноярском крае // Земледелие. – 2021. – № 7. – С. 22-25. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-22-25.
6. Бобровский А.В., Козулина Н.С., Василенко А.В., Крючков А.А. Влияние элементов агротехники на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы сорта Бейская // Земледелие. – 2023. – № 3. – С. 32-35. DOI 10.24412/0044-3913-2023-3-32-35.
7. Демина Е.А., Кинчаров А.И., Муллаянова О.С., Таранова Т.Ю., Чекмасова К.Ю. Влияние современных препаратов для обработки семян и микроудобрений на продуктивность сортов мягкой пшеницы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2019. - № 10-1 (37). - С. 132–137. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11621.
8. Сабирова Т.П., Сабиров Р.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. - 2018. - № 3 (43). - С. 18–22.
9. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. - Новосибирск, 2004. - 162 с.
10. Кравец А.В., Бобровская Д.Л., Касимова Л.В. и др. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом из торфа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011 – № 4 (78). – С. 22-24.

<https://doi.org/10.26898/2026-54>
УДК 632.952:632.937:633.11

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КОМПЛЕКСАМИ НОВОХИЗОЛЯ И КОЛЛОИДНОЙ СЕРОЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Бурлакова С.В.¹, канд. с.-х. наук, с.н.с.,
Егорычева М.Т.¹, канд. с.-х. наук, с.н.с.,
Кудашкин П.И.¹, канд. с.-х. наук, с.н.с.,
Щербань А.Б.², д-р биол. наук, в.н.с.,
Фоменко В.В.³, канд. хим. наук, н.с.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

³Новосибирский институт органической химии СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: BurlakovaSV@sfsc.ru

Аннотация. На основе водного раствора Новохизоля создан комплекс с добавлением серы коллоидной и Хитозана с широким спектром действия. В ходе исследований, выполненных в 2025 г. в Новосибирской области изучали влияние обработки семян препаратами серы и комплексами Новохизоля на заболеваемость и продуктивность яровой пшеницы Новосибирская 31. Препараты Сера 400 (10:1000) и Сера 400 (81:1000) снижали корневую гниль посевов на 64,2 и 43,9% в фазе кущения и на 54,1 и 50,8% – в молочно-восковой спелости пшеницы. Комплексы Новохизол + Новохизол + сера + Хитозан подавляли ее развитие на 53,0; 55,0 и 46,6; 55,8% соответственно фазам учета, протравитель Дивиденд Экстрим – на 85,0 и 78,0%. Против септориоза эффект серосодержащих препаратов составил 19,7-32,9%, содержащих Новохизол – на 13,2-44,7%, эталона – на 21,1%. Обработки семян обеспечили дополнительный урожай относительно контроля (4,17 т/га) – 0,12 и 0,13 т/га при использовании

препаратов серы, 0,19 и 0,26 т/га – при применении композиций Новохизоля, при протравливании семян Дивидендом Экстрим – 0,44 т/га.

Ключевые слова: яровая пшеница, обработка семян, биофунгициды, корневая гниль, септориоз, биомасса, структура колоса, урожайность, протеин зерна

В настоящее время рациональное земледелие предусматривает снижение пестицидной нагрузки за счет внедрения биофунгицидов, обладающих элиситорным действием, безопасных для окружающей среды, что позволяет получать экологически чистую зерновую продукцию с сохранением плодородия почв [1]. Обработку семян комплексами Новохизоля и препаратами серы в однофакторном полевом опыте проводили на яровой пшенице сорта Новосибирская 31 (среднеранний, вегетационный период 70-76 дней), который размещали по паровому предшественнику. Исследования проводили в 2025 году на полях стационара СибНИИЗБиЦ СФНЦА РАН, расположенном в ОПХ «Элитное» Новосибирской области, северной лесостепи Приобья. Пшеницу высевали 15 мая сеялкой СЗС-2,1 (с анкерными сошниками) с нормой высева 6 млн всхожих зерен/га, аммиачную селитру вносили из расчета 60 кг/га. Новохизол в виде основания был предоставлен NOVOCHIZOL SA, Monthey, Switzerland. Степень деацетилирования Новохизоля не менее 90%, MW 500 kDa. Получение экспериментальных комплексов Новохизоля в НИОХ СО РАН методом ультразвуковой обработки было описано в работах ранее [2]. Предпосевную обработку семян препаратами проводили согласно схеме: Контроль (без обработки семян); № 1 – Сера 400, концентрат суспензии (10:1000), 0,8 л/т; № 2 – Сера 400, концентрат суспензии (81:1000), 0,8 л/т; № 3 – 2% Новохизол (20 мг/мл), водный раствор (60:1000), 0,6 л/т; № 4 – 2% Новохизол (0,2 мг/мл) + коллоидная сера 0,5% (5 мг/мл) + Хитозан 0,63% (0,63 мг/мл), водный раствор (60:1000), 0,8 л/т; № 5 – Дивиденд Экстрим, концентрат суспензии (дифеноконазол 92 г/л + мефеноксам 23 г/л), 0,5 л/т.

Норма расхода рабочего раствора 10 л/т семян, расположение делянок последовательное в один ярус, повторность 3-кратная, площадь учетной делянки 16,8 м² (2,1х8). В фазе 2 листьев проводили фоновое опрыскивание против хлебной полосатой блошки инсектицидом Тиматерр, КС (60 мл/га). В фазе кущения – против злаковых и двудольных сорняков смесью гербицидов Аксил, КЭ (1,0 л/га) + Тайпан, КЭ (0,3 л/га) + Клопэфир, КЭ (0,8 л/га) + Гекстар, ВДГ (10 г/га). В фазе начала колошения – фоновое против листовых болезней и трипса смесью фунгицида Титул Дуо, ККР (0,6 л/га) и инсектицида Тиматерр, КС (60 мл/га). Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Урожайность пшеницы учитывали методом прямого комбайнирования (комбайн Sampo Rosenlew, Финляндия), выход зерна приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности. Учеты и наблюдения в опытах проводили по общепринятым методикам [3].

При проведении фитоэкспертизы семян методом рулонов микозы в контрольном варианте были вызваны грибами *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* spp. – 24,7 и 10,7%, *Alternaria* spp. – 6,0% (табл. 1). Против микозов биологическая эффективность препаратов № 1-4 составила 19,6; 32,7; 33,9; 36,4%, протравитель семян Дивиденд Экстрим подавлял их на 71,3%, влияние было существенным (рис. 1). Распространенность микозов снижалась в вариантах опыта № 3, 4 на 2,0 и 6,7% соответственно, эталон Дивиденд Экстрим снижал ее в 2,3 раза относительно контроля. Эффективность препаратов № 3, 4 против бактериозов составила 17,6; 30,0%, эталона – 30,0%.

Таблица 1

Результаты фитоэкспертизы семян (по методу Тороповой Е.Ю., Кириченко А.А.)

Вариант	Зараженность, %										Бактериозы	БЭ
	<i>B. sorokiniana</i>	БЭ*	<i>Fusarium</i> spp.	БЭ	<i>Alternaria</i> spp.	БЭ	<i>Penicillium</i> spp.	БЭ	Σ	P		
Контроль	24,7	-	10,7	-	16,0	-	0,0	-	51,4	72,0	26,7	-
(1) Сера 400	23,3	5,7	1,3	87,9	16,0	-	0,7	-	41,3	82,7	48,7	-
(2) Сера 400	21,3	13,8	5,3	50,5	6,0	-	2,0	-	34,6	74,0	40,7	-
Новохизоль	15,3	38,1	8,0	25,2	10,0	-	0,7	-	34,0	70,0	22,0	17,6
Новохизоль + сера + Хитозан	13,0	47,4	6,7	37,4	11,0	-	2,0	-	32,7	65,3	18,7	30,0
Дивиденд Экстрим	5,3	78,5	0,7	93,5	6,7	-	0,7	-	13,4	31,3	18,7	30,0

*БЭ – биологическая эффективность препарата, %.



Рис. 1. Развитие патогенной микрофлоры после обработки семян препаратами, %. Микозы: НСР₀₅ = 15,3; бактериозы: НСР₀₅ = 26,1

Степень поражения посевов корневой гнилью в фазе кущения пшеницы составила 6,1%, в фазе молочно-восковой зрелости – 16,9% (рис. 2). Биологическая эффективность препаратов № 2-5 составила 64,2; 43,9; 53,0; 53,5% в фазе кущения и 54,1; 50,8; 46,6; 55,8% – в фазе молочно-восковой зрелости, лучше заболевание подавляла сера с низкой концентрацией. При этом лучше снижал корневую гниль Дивиденд Экстрим – на 85,0 и 78,0% соответственно фазам учета.

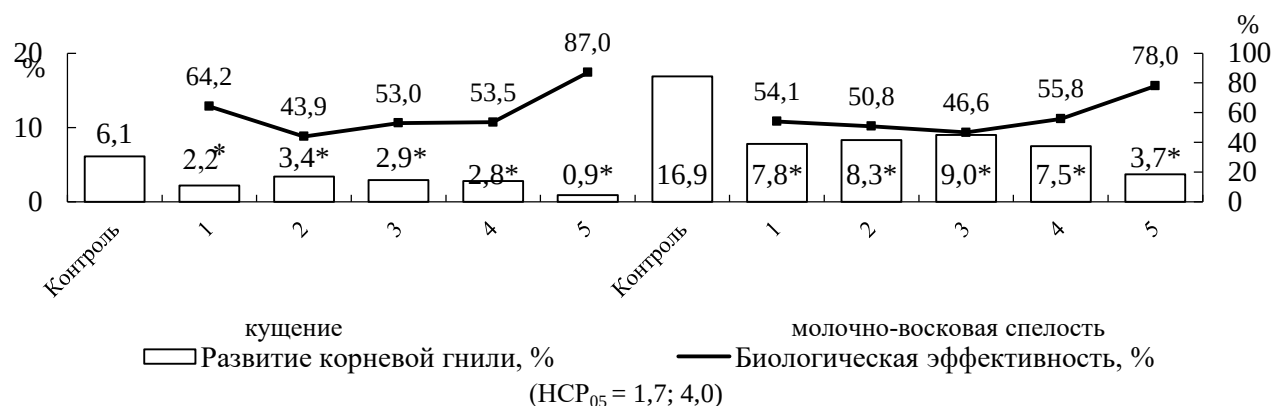


Рис. 2. Влияние предпосевного протравливания семян препаратами на развитие корневой гнили яровой пшеницы, % (НСР₀₅ = 1,7; 4,0)

В фазе молочной спелости была отмечена слабая степень поражения посевов септориозом (в контроле 7,6%). Результаты учета показали, что предпосевная обработка семян препаратами № 1- 4 подавляла развитие септориоза (1, 2 ярус листьев) на 32,9; 19,7; 44,7 и 13,2% соответственно, лучше воздействовал Новохизоль, Дивиденд Экстрим снижал его на 21,1%. Распространенность болезни в опыте варьировала на 89-93% (в контроле 99%). В вариантах № 1-4 отмечали увеличение густоты стояния в фазе 2 листьев на 7,8; 5,2; 14,5; 11,5% соответственно относительно контроля (401 шт./м²), а в фазе молочно-восковой спелости количество выживших растений в этих вариантах составило 75,2; 78,5; 79,1; 79,7% соответственно (в контроле 83,8%). Дивиденд Экстрим повышал количество растений в начале вегетации на 21,1%, при этом выживаемость в этом варианте была выше и составила 88,2%. В вариантах, где применяли Новохизоль, комплекс Новохизоль + сера + Хитозан, было больше общих стеблей на 5,6 и 0,6% (в контроле 473 шт./м²) и продуктивных – на 4,2 и 2,4% (в контроле 457 шт./м²). В варианте Дивиденд Экстрим их было больше на 15,5 и 15,8% соответственно. Наиболее активный период накопления надземной и корневой биомассы приходился на фазу кущения, поскольку в эту фазу происходило ее наибольшее увеличение в вариантах № 1-4 – на 32,9; 28,5; 15,5; 25,9% (в контроле 37,7 г/100 раст.), корневой – на 25,9; 32,2; 32,2; 36,5% (в контроле 4,0 г/100 раст.). При применении эталона показатели повышались на 13,9 и 29,8% соответственно. Высота растений повышалась при применении препаратов серы на 3,1 и 2,8%, Новохизоля и его комплекса – на 6,2 и 5,0%, эталон обеспечил рост 5,1% (в контроле 91,4 см/раст.). Площадь листьев возрастала аналогично в вариантах № 1-4 на 20,0; 25,1; 31,4; 32,4%, эталон повышал ее на 37,5% (в контроле 14,0 см²). Отмечали влияние обработки семян на структуру колоса пшеницы. Длина колоса повышалась в вариантах № 1-4 на 12,7; 16,9; 20,7; 20,7%, количество колосков – на 12,6; 17,2; 20,7; 22,4%, количество зерен – на 25,2; 29,3; 29,6; 37,6%, масса зерна – на 27,8; 35,0; 35,0; 40,9% (табл. 2). Дивиденд Экстрим повышал показатели на 26,6; 26,5; 36,1; 40,9% соответственно. Масса 1000 зерен повышалась при применении биофунгицидов на 5,3-7,7%, при протравливании эталоном – на 4,0% (в контроле 21,5 г). Более выраженное влияние на структуру колоса и массу 1000 зерен проявляли композиции с содержанием Новохизоля. В результате отмеченного воздействия препаратов отмечали достоверный рост урожая, препараты Сера-400 (10:1000), Сера-400 (81:1000) обеспечили дополнительно 0,12 и 0,13 т/га, композиции Новохизоль и Новохизоль + сера + Хитозан – 0,19 и 0,26 т/га, эталон – 0,44 т/га (в контроле 4,17 т/га).

Таблица 2

Влияние приема обработки семян на структуру урожая и урожайность яровой пшеницы

Вариант	Колос				Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
	длина, см	количество колосков, шт.	количество зерен, шт.	масса зерна, г		
Контроль	6,9	11,1	28,5	1,3	21,5	4,17
(1) Сера 400	7,9	12,7	38,1	1,8	24,1	4,29
(2) Сера 400	8,3	13,4	40,3	2,0	23,5	4,30
Новохизоль	8,7	14,0	40,5	2,0	23,4	4,36
Новохизоль + сера + Хитозан	8,7	14,3	45,7	2,2	23,3	4,43
Дивиденд Экстрим	9,4	15,1	44,6	2,2	22,4	4,61
НСР ₀₅	0,5	0,8	4,4	0,3	1,6	0,11

Содержание протеина повышалось в вариантах № 1-5 на 2,0; 2,5; 3,5; 4,0% (в контроле 12,5%), содержание клейковины повышалось в вариантах № 3-5 – на 0,5; 2,5 и 1,0% (в контроле 23,5%). Дополнительное введение коллоидной серы и Хитозана в комплекс [Новохизоль + сера +

Хитозан] обеспечивает существенное снижение развития корневой гнили и септориоза при невысоком их развитии и большой сбор урожая.

Научные исследования выполнены при поддержке РНФ, грант №23-16-00119.

Список литературы

1. Singh R.P., Hodson D.P., Huerta-Espino J., Jin Y., Bhavani S., Njau P., Herrera-Foessel S., Singh P.K., Singh S., Govindan V. The emergence of Ug99 races of the stem rust fungus is a threat to world wheat production // Annu. Rev. Phytopathol. – 2011. – Vol. 49. – P. 465–481.
2. Бурлакова С.В., Егорычева М.Т., Фоменко В.В., Салахутдинов Н.Ф., Щербань А.Б. Биологическое обоснование применения Новохизоля с природными фунгицидами при возделывании мягкой пшеницы // Химия в интересах устойчивого развития. – 2025. – Т. 33. – № 3. – С. 303–314.
3. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф., Заверюха А.Х., Ещенко В.Е. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-55>

УДК 581.1

ВЛИЯНИЕ ЛАКТОН- И КЕТОНСОДЕРЖАЩИХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА РАСТЕНИЯ РАПСА ПРИ ВОДНОМ ДЕФИЦИТЕ

Воскобоев П.Д., студент,

Коломейчук Л.В., канд. биол. наук,

Ефимова М.В., канд. биол. наук, доцент

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

e-mail: petr.kz@bk.ru

Аннотация. Исследовали защитное действие лактон- и кетонсодержащих брассиностероидов на растения рапса к водному дефициту. Оценка засухоустойчивости включала измерение содержания свободного пролина, фотосинтетических пигментов, активности супероксиддисмутазы и анализ ростовых параметров. Протекторное действие кетонсодержащих брассиностероидов заключалось в стабилизации уровня фотосинтетических пигментов и повышению уровня пролина.

Ключевые слова: брассиностероиды, *Brassica napus*, водный дефицит, пролин, супероксиддисмутаза, засуха

Рапс является одной из наиболее востребованных масличных культур. Рапсовое масло широко применяется в промышленности, а благодаря сбалансированному аминокислотному составу белков оно пригодно в качестве пищевой добавки. Средняя урожайность рапса в России составляет 20,5 ц/га, достигая максимума в 40 ц/га. В зонах умеренного климата возделывают озимые сорта с урожайностью 33,5–38,1 ц/га, в то время как в Центрально-Черноземной зоне урожайность яровых сортов ограничена 23,8 ц/га [Гулидова, 2019].

Дефицит влаги представляет собой серьезную проблему, усиливающуюся в условиях глобального изменения климата и проявляющуюся в увеличении частоты засух. Недостаточное увлажнение негативно сказывается на физиологических процессах растений, вызывая нарушение водного баланса. Усиление дефицита влаги приводит к снижению тургора клеток, уменьшению площади листьев, закрытию устьиц и замедлению фотосинтеза. Это влечет за

собой снижение продуктивности сельскохозяйственных культур, ухудшение качества урожая и уменьшение биоразнообразия природных экосистем. Устойчивость растений к водному стрессу определяется способностью поддерживать оптимальное соотношение между скоростью поглощения воды корнями и интенсивностью её потери через транспирацию [Храмченкова 2016].

В качестве объекта исследования использовали растения *Brassica napus*. Семена стратифицировали в течение 3 суток. Затем семена подвергали предварительной обработке 28-гомобрасинолидом (ГБЛ) и 28-гомокастестероном (ГКС) в концентрации 0,1 нМ в течение 2 часов. После этого семена высевали в почву. В течение первой недели проводился полив для адаптации проростков к почвенным условиям.

Испытания проводились в условиях водного дефицита, который моделировали в течение двух недель. На 14-е сутки экспериментальных условий оценивали физиологические параметры: массу побега, содержание фотосинтетических пигментов, концентрацию пролина, а также активность супероксиддисмутазы (СОД).

Эксперимент был заложен в трех биологических повторностях, при этом на каждый вариант опыта отбирали не менее 70 растений. Полученные данные представлены в виде графиков (рисунков) как среднее арифметическое со стандартной ошибкой среднего.

Водный дефицит привел к уменьшению массы побега рапса на 18% по сравнению с контролем. Обработка гормонами (ГБЛ и ГКС) в отсутствие стресса, напротив, показала стимулирующий эффект, увеличив массу побега на 20% относительно контроля. Совместное применение гормонов и водного дефицита вызвало угнетение роста: масса побега снизилась на 50 (ГБЛ) и 60% (ГКС) относительно контрольного варианта (рис. 1).

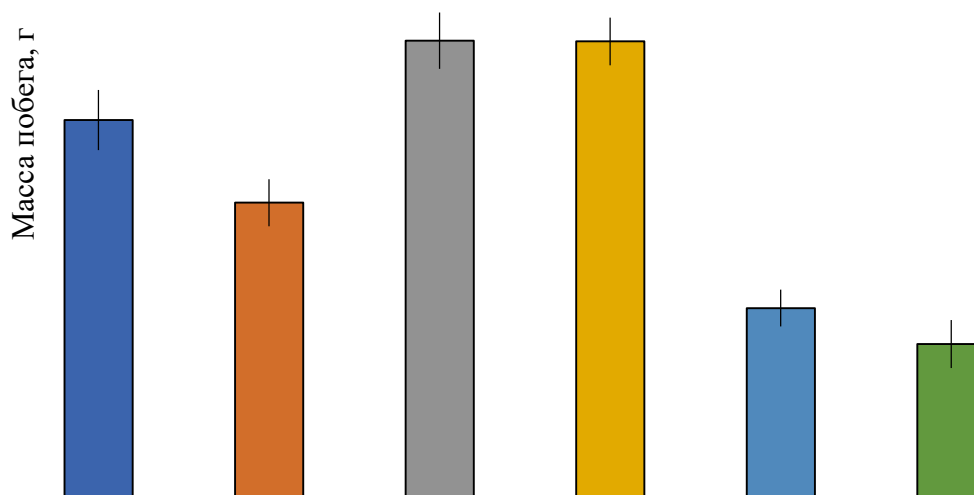


Рис. 1. Влияние 28-гомобрасинолида (ГБЛ, нМ), 28-гомокастестерона (ГКС, нМ) на фоне водного дефицита

Водный дефицит вызвал снижение уровня пролина на 40% относительно контроля. Влияние гормонов в условиях отсутствия стресса различалось: ГБЛ не оказал влияния на содержание пролина, тогда как ГКС увеличил его концентрацию на 9%. При совместном воздействии водного дефицита и гормональной обработки наблюдался контраст: ГБЛ усугублял

снижение пролина (на 29% ниже контроля), тогда как ГКС продемонстрировал протекцию, увеличив его содержание на 17% относительно контроля (рис. 2).

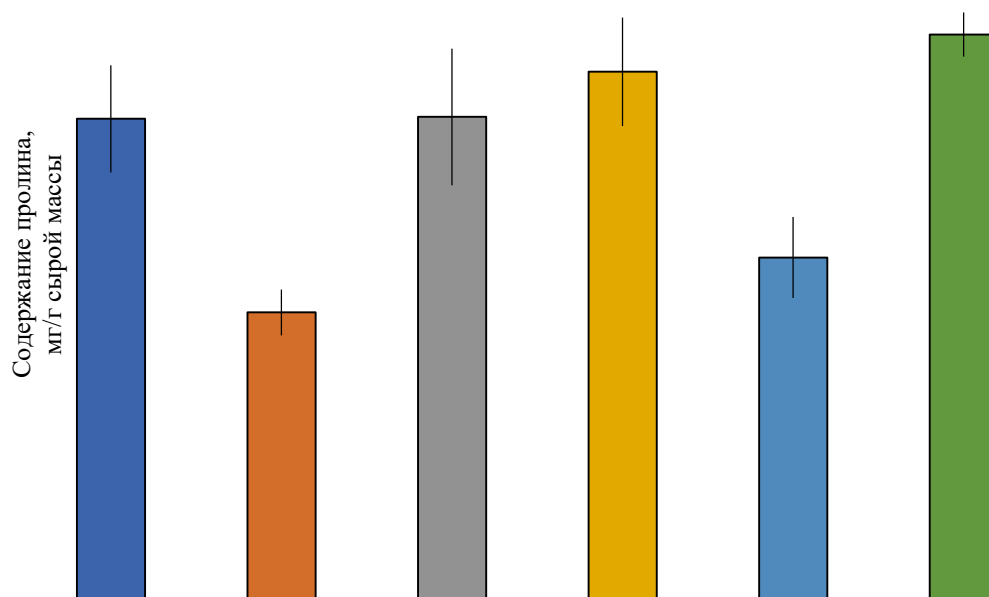


Рис. 2. Влияние 28-гомобрасинолида (ГБЛ, нМ), 28-гомокатестерона (ГКС, нМ) на фоне водного дефицита на содержание пролина в растениях рапса

Водный дефицит привел к увеличению содержания хлорофилла *a* на 15%, хлорофилла *b* на 22%, каротиноидов на 11% относительно контроля. В оптимальных условиях ГБЛ привел к уменьшению содержания хлорофилла *a* на 18%, хлорофилла *b* на 17%, каротиноидов на 17% относительно контроля. ГКС в оптимальных условиях не привело к достоверным изменениям содержания хлорофилла *a* и каротиноидов, хлорофилл *b* увеличился на 11% относительно контрольного варианта. В экспериментальных условиях водного дефицита ГБЛ привел к уменьшению хлорофилла *a* и каротиноидов на 6 и 9% соответственно и увеличению хлорофилла *b* на 8%, а ГКС привел к уменьшению хлорофилла *a* и каротиноидов на 8 и 10% соответственно и увеличению хлорофилла *b* на 8% (рис. 3).

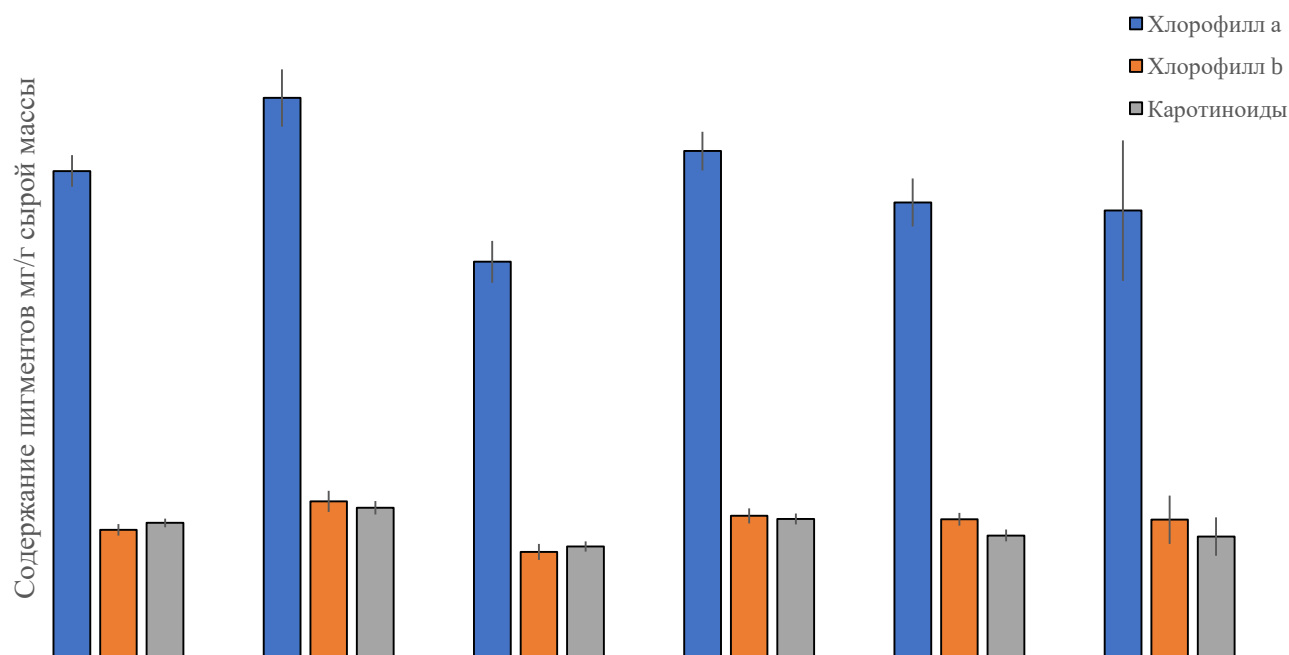


Рис. 3. Влияние 28-гомобрасинолида (ГБЛ, нМ), 28-гомокастестерона (ГКС, нМ) на фоне водного дефицита на содержание пигментов растений рапса

Условия засухи привели к уменьшению активности СОД на 36%. ГБЛ и ГКС в оптимальных условиях уменьшили активность СОД на 19 и 24% соответственно относительно контроля. ГБЛ и ГКС в экспериментальных условиях засухи привели к уменьшению активности СОД на 39 и 34% соответственно относительно контрольного варианта (рис. 4).

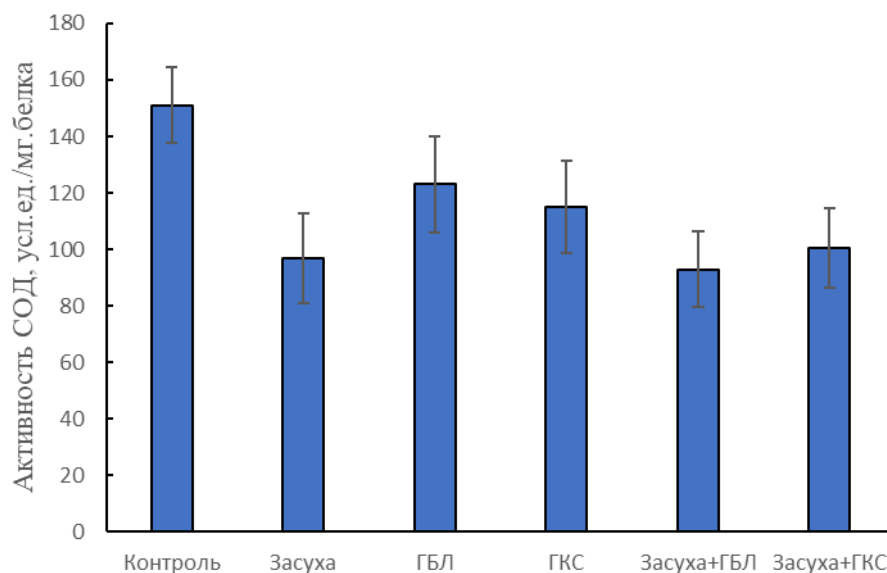


Рис. 4. Влияние 28-гомобрасинолида (ГБЛ, нМ), 28-гомокастестерона (ГКС, нМ) на фоне водного дефицита на активность СОД растений рапса

Таким образом, в результате проведенных экспериментов были получены представления о физиологическом эффекте водного дефицита, а также о влиянии лакто- и кетонсодержащих брасиностероидов в стрессовых условиях произрастания. Полученные данные могут

предоставлять новые возможности для разработки рекомендаций по их эффективному применению.

Список литературы

1. Гулидова В.А. Рапс – высокомаржинальная культура России. - Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019.
2. Храмченкова О.М. Физиология растений. Экология водного обмена. – Чернигов, 2016. – 41 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-56>
УДК 504.064.37:004.85:633.111

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ NDVI И МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Гарафутдинова Л.В., м.н.с.,

Федоров Д.С., м.н.с.,

Колбин С.А., канд. с.-х. наук, в.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: lv.garafutdinova@mail.ru

Аннотация. В исследовании представлен результат использования NDVI, полученного при помощи дистанционного зондирования, для прогнозирования урожайности яровой пшеницы с применением методов машинного обучения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, NDVI, методы машинного обучения, урожайность

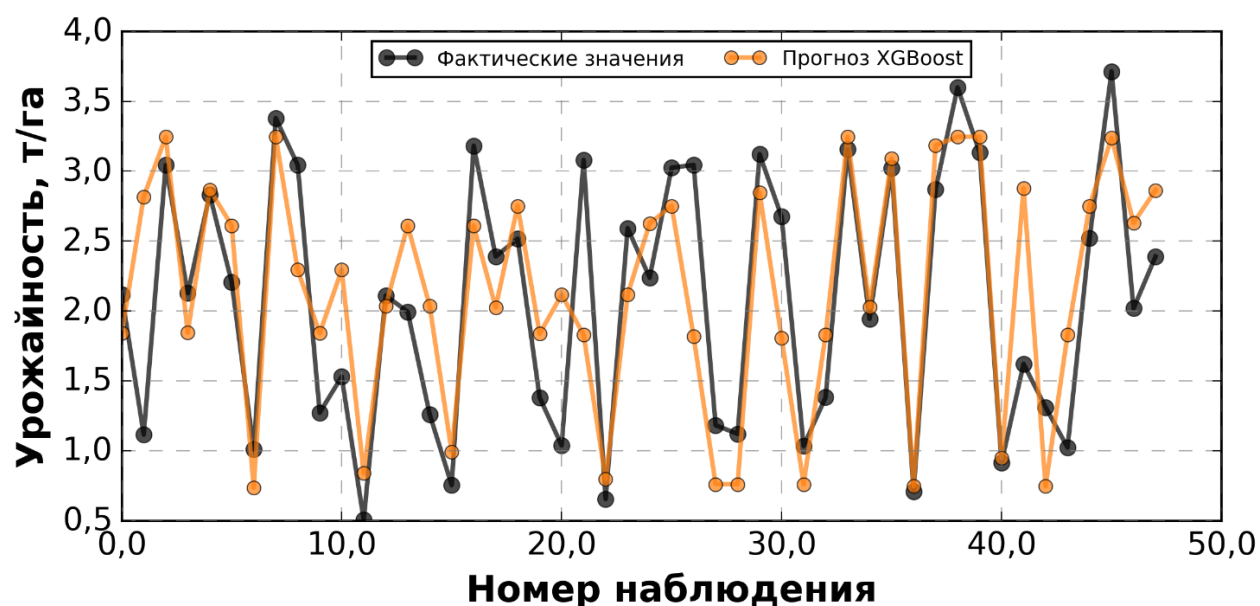
Традиционные подходы к прогнозированию урожайности являются трудоёмкими и в основном опираются на метеорологических данных характеризующие условия окружающей среды, динамику накопления биомассы растений и дополнительные агрономические параметры [1, 2]. С развитием технологий дистанционного зондирования и запуском многочисленных спутников стал доступен масштабный массив данных о состоянии посевов и окружающей среде, что позволило перейти к крупномасштабному прогнозированию урожайности [3, 4]. В этих условиях широкое применение получили вегетационные индексы, в частности нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), основанный на отражении в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. NDVI активно используется для оценки урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в сочетании с методами машинного обучения [5], что значительно повышает точность и эффективность моделей, основанных на данных дистанционного зондирования [6].

Исследования проведены в 2019–2023 гг. на опытном поле ОС «Элитная» СФНЦА РАН (Новосибирская область, 54°55'27.45"с.ш.; 82°57'14.05"в.д.) в условиях лесостепной зоны характеризующейся неустойчивыми условиями увлажнения и высокой вариабельностью урожайности сельскохозяйственных культур. Объектом исследований являлся бессменный посев яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 на черноземе выщелоченном интенсивном фоне возделывания культуры с применением азотного удобрения (N_{aa}) и средств защиты растений. Для расчёта вегетационного индекса использованы 46 безоблачных снимка Sentinel-2B (июнь – июль, разрешение 10 м), полученных через платформу Sentinel Hub. Обработка и расчёт

средневзвешенных значений индексов выполнены в QGIS с помощью функции «зональная статистика». Рассчитанные значения были привязаны в единой системе координат 2505 Pulkovo 1942/Gauss-Kruger CM 87E для построения набора данных. Для предварительной оценки связи между вегетационными индексами и урожайностью использовали коэффициент корреляции Пирсона, взаимную информацию и оценку важности признаков методом случайного леса. Модель строили на основе алгоритма машинного обучения XGBoost. Расчёты и визуализацию выполняли в Python (Jupyter Notebook). Набор данных разделили на обучающую (80 %) и тестовую (20 %) выборки.

Условия увлажнения вегетации яровой пшеницы 2019–2023 гг. существенно различались. В умеренно увлажнённые годы (ГТК = 0,91–1,09) средняя урожайность яровой пшеницы в варианте N0 составляла 1,87 т/га, при внесении N30 и N90 – возрастала в 1,4 и 2,4 раза соответственно. В засушливом 2023 г. (ГТК = 0,69) урожайность снизилась в 1,5 раза по сравнению с умеренно увлажнёнными годами.

Данные дистанционного мониторинга показали, что NDVI изменялся в зависимости от условий увлажнения, в июне – 0,2–0,7 ед., в июле – 0,3–0,8 ед. Таким образом, условия увлажнения вегетационного периода существенно влияет на развитие растительности, индексы растительности и, как следствие, на урожайность. С учётом высокой важности NDVI (0,63), для объективной оценки моделей машинного обучения проведён сравнительный анализ на выборке, содержащей только NDVI, модель на его основе показала высокую согласованность с фактической урожайностью, подтверждая ключевую роль этого индекса в прогнозировании.



Прогнозные и фактические значения урожайности яровой пшеницы

Анализ графика на рисунке демонстрирует динамику прогнозных значений модели машинного обучения, построенной с использованием NDVI. Модель XGBoost проявляет стабильность, её предсказания последовательно отслеживают изменения фактической урожайности как в обучающей, так и в тестовой и валидационной выборках. Примечательно, что даже при использовании единственного предиктора NDVI, модель сохраняет высокую точность и согласованность с наблюдаемыми данными.

Результаты визуального анализа позволяют сделать вывод, что NDVI содержит достаточную информацию для удовлетворительного прогнозирования урожайности яровой

пшеницы в различных условиях увлажнения, а применение XGBoost в сочетании с этим индексом представляет собой эффективный и устойчивый подход к построению предиктивных моделей при мониторинге.

Анализ точности модели XGBoost для прогнозирования урожайности яровой пшеницы на основе NDVI показал высокую эффективность подхода. Модель характеризовалась высоким коэффициентом детерминации $R^2 = 0,75$, что указывает на способность объяснять 75 % вариабельности урожайности. При этом были получены следующие метрики ошибок: RMSE = 0,41 т/га, MAE = 0,24 т/га и MAPE = 24,11 %. Значение MAE (0,24 т/га) подчёркивает высокую точность предсказаний при использовании только NDVI, стабильность MAPE на уровне ~24 % также свидетельствует о надёжности модели.

Таким образом, применение одного индекса NDVI в модели XGBoost обеспечивает не только достаточную прогностическую точность, но и существенно упрощает подготовку данных, что делает данный подход перспективным для практического использования в оперативном мониторинге урожайности и системах поддержки принятия решений.

Список литературы

1. Beillouin D., Schauburger B., Bastos A., Ciais P., Makowski D. Impact of extreme weather conditions on European crop production in 2018 // *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. – 2020. – Vol. 375. – No. 1810. – P. 20190510.
2. Ali A., Hussain, T., Tantashutikun N., Hussain N., Cocetta G. Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13. – No. 2. – P. 397.
3. Casagli N., Intrieri E., Tofani V., Gigli G., Raspini F. Landslide detection, monitoring and prediction with remote-sensing techniques // *Nature Reviews Earth & Environment*. – 2023. – Vol. 4. – No. 1. – P. 51-64.
4. Sheikh M., Iqra F., Ambreen H., Pravin K.A., Ikra M., Chung Y.S. Integrating artificial intelligence and high-throughput phenotyping for crop improvement // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2024. – Vol. 23. – No. 6. – P. 1787-1802.
5. Kamir E., Waldner F., Hochman Z. Estimating wheat yields in Australia using climate records, satellite image time series and machine learning methods // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 160. – P. 124-135.
6. Bharadiya J.P., Tzenios N.T., Reddy M. Forecasting of crop yield using remote sensing data, agrarian factors and machine learning approaches // *Journal of Engineering Research and Reports*. – 2023. – Vol. 24. – No. 12. – P. 29-44. DOI: 10.9734/JERR/2023/v24i12858.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ ЯЧМЕНЯ К ДВУХКОМПОНЕНТНЫМ ФУНГИЦИДАМ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ КЛАССОВ

Гвоздева М.С., канд. биол. наук,

Кудинова О.А., канд. биол. наук,

Волкова Г.В., д-р биол. наук, чл.-кор. РАН

Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар, Россия

e-mail: marya.gvozdewa@yandex.ru

Аннотация. Проведена оценка чувствительности северокавказской популяции *Puccinia hordei* Otth, вызывающей карликовую ржавчину ячменя, к комбинированным фунгицидам, включающим действующие вещества из групп триазолов и стробилуринов. Эксперимент проводили в условиях климатической камеры с использованием сорта озимого ячменя Виват, характеризующегося высокой степенью восприимчивости к патогену. Для обработки применяли препараты Амистар Голд, СК; Амистар Экстра, СК; Балий, КМЭ; Деларо, КС. Чувствительность патогена к препаратам оценивали по показателям СК₅₀ и СК₉₅. В результате возбудитель карликовой ржавчины ячменя в Северо-Кавказском регионе проявляет высокую чувствительность к исследованным фунгицидам: значения СК₅₀ и СК₉₅ оказались существенно ниже рекомендуемых концентраций (в 1,1–1,9 раза). Это свидетельствует о низком риске формирования резистентности *P. hordei* к препаратам на текущий момент.

Ключевые слова: озимый ячмень, карликовая ржавчина, *Puccinia hordei*, фунгициды, триазолы, стробилурины, чувствительность, резистентность

Карликовая ржавчина ячменя является одной из наиболее вредоносных болезней, вызываемой облигатным паразитическим грибом *Puccinia hordei* Otth. В России патоген присутствует во всех зонах выращивания культуры, но в большей степени вредоносен в отдельных агроклиматических зонах. Наиболее часто встречается ржавчина в районах Поволжья, Северного Кавказа, Центрально-Черноземном районе, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке [1, 2]. Эпифитотийное развитие болезни приводит к снижению урожайности до 30 % и значительной потере качества зерна [3]. В условиях Краснодарского края, где посевные площади ячменя ежегодно составляют более 150 тыс. га, а валовой сбор зерна достигает 900 тыс. т, проблема защиты культуры от *P. hordei* приобретает особую актуальность [4]. Современная стратегия сдерживания развития карликовой ржавчины основывается преимущественно на применении химических фунгицидов. Однако интенсивное и зачастую необоснованное использование препаратов создаёт селективное давление, приводящее к отбору устойчивых генотипов гриба [5]. Это, в свою очередь, может стать причиной формирования резистентности популяции к действующим веществам. Цель данного исследования – оценка чувствительности северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя к комбинированным фунгицидам на основе действующих веществ из классов триазолы и стробилурины.

Исследование выполняли в условиях климатической камеры на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР). Объектом исследований являлась

северокавказская популяция возбудителя карликовой ржавчины ячменя *P. hordei*, собранная в результате мониторинга посевов на территории Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области. Эксперимент выполняли на восприимчивом к патогену сорте ячменя озимого Виват. Для оценки чувствительности *P. hordei* к фунгицидам использовали двухкомпонентные препараты, на основе действующих веществ из химических классов триазолов и стробилуринов: Амистар Голд, СК (125 г/л азоксистробина + 125 г/л дифеноконазола); Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола); Балий, КМЭ (120 г/л азоксистробина + 180 г/л пропиконазола); Деларо, КС (175 г/л протиоконазола + 150 г/л трифлуксизобина) [6]. Искусственный инфекционный фон карликовой ржавчины создавали по общепринятой методике путем инокуляции проростков ячменя спорным материалом *P. hordei* [7]. При появлении первых признаков болезни проводили обработку выбранными фунгицидами с нормами применения 50; 100; 150 и 200 % от рекомендуемой нормы [8]. Чувствительность фитопатогена к фунгицидам определяли по показателям СК₅₀ и СК₉₅ (смертельная концентрация действующего вещества препарата, вызывающая гибель 50 и 95 % пустул соответственно) путем построения пробит-регрессии (ПО Statgraphics 19) [9].

Полученные в результате опыта данные свидетельствуют о высоком уровне чувствительности северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя к изученным фунгицидам. Так, для популяций, подвергавшихся обработке препаратами Амистар Голд, СК и Балий, КМЭ, показатель СК₅₀ был в 1,9 раз меньше в сравнении с СК₅₀ для рекомендуемого рабочего раствора, а СК₉₅ – в 1,3 раза меньше. В вариантах с использованием фунгицидов Амистар Экстра, СК и Деларо, КС, величина СК₅₀ для популяций, подвергавшихся обработке, оказалась в 1,7 раз меньше, а СК₉₅ – в 1,1 раза меньше в сравнении с концентрациями рекомендуемого рабочего раствора.

Следовательно, на текущий момент вероятность развития устойчивости у патогена *P. hordei* к комбинированным фунгицидам с действующими веществами из химических классов триазолы и стробилурины оценивается как низкая. Важным остается перманентное проведение подобных исследований, что в дальнейшем позволит своевременно зафиксировать снижение чувствительности северокавказской популяции *P. hordei* и сделает возможным оперативно корректировать систему защиты озимого ячменя.

В исследованиях использована материально-техническая база Уникальной научной установки (УНУ) «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (<https://fncbzi.ru/brk-i-unu/unique-installation-2/>) и объекты биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (<https://fncbzi.ru/brk-i-unu/unique-installation-1/>).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10063 (<https://rscf.ru/project/23-76-10063/>).

Список литературы

1. Данилова А.В., Волкова Г.В., Надыкта В.Д., Замотайлов А.С. Карликовая ржавчина ячменя: биология, этиология, внутривидовая структура и защита от болезни. – Краснодар: 2022. – 93 с.
2. Гвоздева М.С., Данилова А.В., Кудинова О.А. и др. Чувствительность возбудителя карликовой ржавчины ячменя (*Puccinia hordei* G.H. Otth.) к фунгицидам - производным триазолов и стробилуринов // Агрохимия. – 2024. – № 11. – С. 32-38.
3. Данилова А.В., Волкова Г.В. Карликовая ржавчина - прогрессирующее заболевание ячменя // Защита и карантин растений. – 2015. – № 7. – С. 46-48.
4. Гвоздева М.С., Кудинова О.А., Руденко В.Д., Волкова Г.В. Внутривидовые

изменения *Ruccinia hordei* под воздействием двухкомпонентных фунгицидов различных химических классов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2025. – № 29 (8). – С. 1195-1202.

5. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] / М-во сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). – М., 2024. – URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.

6. Волкова Г.В., Яхник Я.В., Кудинова О.А. и др. Грибные патогены зерновых колосовых культур: биология, распространение, вредоносность, методы учета, сбора и хранения биоматериала. Создание искусственных инфекционных фонов: науч.-практ. рекомендации. – Краснодар, 2024. – 98 с.

7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. – СПб., 2009. – 379 с.

8. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. - Киев: Морион, 2000. - 320 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-58>
УДК 631.416.8

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В АГРОПОЧВАХ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ И БИОУГЛЯ

Гилёв А.М.¹, ведущий инженер,
Брикманс А.В.¹, канд. биол. наук,
Нестерова О.В.¹, канд. биол. наук,
Сакара Н.А.², н.с., руководитель

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Приморская овощная опытная станция, Артем, Россия

e-mail: andrey.gilev2001@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается оценка влияния биоугля на содержание свинца (Pb) в агропочвах юга Приморского края при его совместном использовании с удобрениями, а также на участках с дренажем и без. В ходе исследования, проводившегося в 2018 году, изучалось воздействие биоугля в дозировках 1 и 3 кг/м² через шесть месяцев после его внесения. Концентрации свинца в исследуемых почвах не превышают установленных нормативов ПДК и ОДК. Результаты показали, что за счёт сорбционной способности биоуголь снижает содержание подвижных и кислоторастворимых форм тяжёлого металла.

Ключевые слова: биоуголь, свинец, агротемногумусовый подбел (Luvic Anthrosols), Приморский край, тяжёлые металлы, удобрения

Использование удобрений является неотъемлемой частью сельского хозяйства при выращивании растительных культур, обеспечивая сохранение плодородия. Однако применение агрохимикатов требует строгого соблюдения регламентов и принципов рационального внесения, поскольку они нередко содержат примеси тяжёлых металлов [1, 2].

Тяжёлые металлы – группа химических элементов с высокой атомной массой и способностью накапливаться в почвенном покрове, приводящие к риску возникновения антропогенных аномалий [2]. К тяжёлым металлам относят элементы, которые в малых

количествах необходимы для растений, например медь, цинк, молибден [3]. Однако есть элементы, не имеющие биологической ценности для флоры, например свинец (Pb), который относится к I классу опасности и при превышении концентраций способен оказывать фитотоксическое воздействие [2]. Проблема свинцового загрязнения окружающей среды актуальна, так как влияет на состояние экосистем и приносит значительный вред здоровью населения загрязнённых территорий [4]. Для этого используют технологии, позволяющие очищать почву и способствовать повышению плодородия, например внесение биоугля [5].

Биоуголь часто применяется для очистки почв и иммобилизации тяжёлых металлов. Благодаря пористости и сорбционной способности, биоуголь фиксирует токсиканты на своей поверхности, препятствуя их высвобождению [5, 6]. Актуальность исследования состоит в оценке эффективности технологии внесения биоугля в агропочвы в сочетании с дополнительными факторами, например при совместном внесении удобрений. Также актуальна оценка сорбционных свойств биоугля по удержанию тяжёлых металлов, в частности свинца, и продолжительности его сдерживания.

Цель работы заключается в оценке влияния биоугля в дозах 1 и 3 кг/м² на содержание подвижных и кислоторастворимых форм свинца в агропочвах юга Приморского края при внесении удобрений.

Объектами исследования выбраны агротемногумусовые подбелы (Luvic Anthrosols) [7] Приморской овощной опытной станции, задействованные в овощном севообороте. Эксперимент проводился на участках с системой глубокого дренажа (120 см) и без. Экспериментальный участок (рис. 1) расположен по юго-западному склону, имеет площадь 6 га (200х300 м) и поделён на три поля, где каждое поле (200х100 м) разграничено пополам в продольном направлении по склону с уклоном 0,02–0,03 на две делянки. Перпендикулярно основным полям выделены опытные площадки второго порядка шириной 12 м: без удобрений, внесение минеральных удобрений и внесение органических удобрений (рис. 2) [8]. В 2018 году был однократно внесён биоуголь, полученный путём пиролиза из березы *Betula alba* [8], в дозировках 1 и 3 кг/м². Отбор почвенных проб осуществлялся в начале (май 2018 г.) и в конце (октябрь 2018 г.) вегетационного периода.



Рис. 1. Район исследования: приморская овощная опытная станция «Суражевка»

	Участок без дренажа			Участок с дренажной системой		
Контроль (без удобрений)	Без биоугля	Биоуголь 1 кг/м ²	Биоуголь 3 кг/м ²	Без биоугля	Биоуголь 1 кг/м ²	Биоуголь 3 кг/м ²
Внесение минеральных удобрений	Без биоугля	Биоуголь 1 кг/м ²	Биоуголь 3 кг/м ²	Без биоугля	Биоуголь 1 кг/м ²	Биоуголь 3 кг/м ²
Внесение органических удобрений	Без биоугля	Биоуголь 1 кг/м ²	Биоуголь 3 кг/м ²	Без биоугля	Биоуголь 1 кг/м ²	Биоуголь 3 кг/м ²

Рис. 2. Схема расположения экспериментальных участков

В качестве минеральных удобрений использовали диаммофоску (N₉₀P₆₀K₁₅₀). В качестве органического удобрения применялся «Гигантин» – локальное органическое удобрение на основе куриного помета (производства ООО «Уссурийская птицефабрика»), характеризующееся следующими показателями: содержание сухого вещества – 90 %, азота – 4,0 %, фосфора – 3,5 %, калия – 1,7 % [8].

Содержание свинца в агропочвах устанавливали методом атомно-абсорбционного анализа на атомно-абсорбционном пламенно-эмиссионном спектрометре AA-6800F (Shimadzu). Критериями для оценки загрязнения тяжелыми металлами являются предельно допустимые концентрации (ПДК) для подвижных форм [9] и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) для кислоторастворимых форм в почве [10]. Превышения ПДК и ОДК свинца в исследуемых образцах почвы обнаружено не было (см. таблицу).

В мае 2018 года, до внесения биоугля, показатели содержания подвижных форм свинца в исследуемых агропочвах составляли 0,56 мг/кг на участках с дренажной системой и 0,55 мг/кг на участках без дренажа, а содержание кислоторастворимых форм свинца составляло 13,2 мг/кг на обоих контрольных участках, как с дренажем, так и без.

После внесения биоугля на контрольных участках с дренажем наблюдалось повышение содержания подвижных форм и понижение кислоторастворимых форм свинца. Увеличение содержания подвижных форм при дозировке биоугля 1 кг/м² составило 0,06 мг/кг, а при дозировке 3 кг/м² – 0,08 мг/кг. Содержание кислоторастворимых форм снизилось на 4,8 мг/кг при внесении 1 кг/м² биоугля, а при дозировке 3 кг/м² сокращение составило 0,6 мг/кг.

На участках с дренажем, где биоуголь применялся совместно с органическими удобрениями, было зафиксировано снижение подвижных и кислоторастворимых форм свинца. С добавлением 1 кг/м² биоугля содержание подвижных форм уменьшилось на 0,7 мг/кг и с добавлением 3 кг/м² биоугля на 0,6 мг/кг. Содержание кислоторастворимых форм уменьшилось на 3,0 мг/кг с при 1 кг/м² биоугля и на 1,6 мг/кг при 3 кг/м² биоугля.

На участках с дренажем и с применением минеральных удобрений после внесения биоугля в агропочвах были обнаружены следующие изменения: содержание подвижных форм свинца (Pb) повысилось на 0,3 мг/кг с дозой 1 кг/м² биоугля и снизилось на 0,3 мг/кг с дозой 3 кг/м² биоугля. Содержание кислоторастворимых форм свинца также понизилось на 1,4 мг/кг с дозой 1 кг/м² биоугля; с дозой 3 кг/м² биоугля осталось без изменения (12,6 мг/кг).

Содержание свинца в агропочвах до и после внесения биоугля (2018 г.), мг/кг

Объект исследования	Исследуемая форма свинца	Подвижные формы	Кислоторастворимые формы
<i>Май (до внесения биоугля)</i>			
Дренаж контроль		0,56	13,2
Без дренажа контроль		0,55	13,2
<i>Октябрь (6 месяцев после внесения биоугля)</i>			
Дренаж контроль		0,38	10,8
Дренаж с 1 кг/м ² биоугля		0,44 ↑	6,0 ↓
Дренаж с 3 кг/м ² биоугля		0,46 ↑	10,2 ↓
Дренаж контроль и органические удобрения		0,70	13,0
Дренаж с 1 кг/м ² биоугля и органические удобрения		н/о ↓	10,0 ↓
Дренаж с 3 кг/м ² биоугля и органические удобрения		0,10 ↓	11,4 ↓
Дренаж контроль и минеральные удобрения		0,40	12,6
Дренаж с 1 кг/м ² биоугля и минеральные удобрения		0,70 ↑	11,2 ↓
Дренаж с 3 кг/м ² биоугля и минеральные удобрения		0,10 ↓	12,6 ↓
Без дренажа контроль		0,59	10,8
Без дренажа с 1 кг/м ² биоугля		0,49 ↓	14,2 ↑
Без дренажа с 3 кг/м ² биоугля		0,49 ↓	9,2 ↓
Без дренажа контроль и органические удобрения		0,30	26,0
Без дренажа с 1 кг/м ² биоугля и органические удобрения		0,50 ↑	13,6 ↓
Без дренажа с 3 кг/м ² биоугля и органические удобрения		0,40 ↑	10,6 ↓
Без дренажа контроль и минеральные удобрения		0,30	11,0
Без дренажа с 1 кг/м ² биоугля и минеральные удобрения		0,70 ↑	11,6 ↑
Без дренажа с 3 кг/м ² биоугля и минеральные удобрения		0,50 ↑	15,0 ↑
ПДК/ОДК		6,0	65,0

На контрольных участках без дренажа внесение биоугля способствовало снижению подвижных форм свинца при использовании обеих дозировок биоугля: содержание свинца повысилось на 0,1 мг/кг как с добавлением 1 кг/м² биоугля так и с добавлением 3 кг/м² биоугля. Однако содержание кислоторастворимых форм свинца повысилось на 3,4 мг/кг с дозой 1 кг/м² биоугля и понизилось на 1,6 мг/кг с дозой 3 кг/м² биоугля.

На участках без дренажа с совместным использованием органических удобрений после внесения биоугля содержание подвижных форм повысилось при обеих дозировках, а содержание кислоторастворимых форм свинца понизилось в обоих случаях. Содержание подвижных форм повысилось на 0,2 мг/кг с дозировкой 1 кг/м² биоугля и на 0,1 мг/кг с дозировкой 3 кг/м² биоугля. Содержание кислоторастворимых форм сократилось на 12,4 мг/кг при дозе 1 кг/м², а при внесении 3 кг/м² биоугля сократилось на 15,4 мг/кг.

На участках с применением минеральных удобрений и без дренажа после внесения биоугля в агропочвах было обнаружено повышение содержания подвижных и кислоторастворимых форм свинца. Содержание подвижных форм повысилось на 0,4 мг/кг с дозой 1 кг/м² биоугля и на 0,2 мг/кг с дозой 3 кг/м² биоугля. Содержание кислоторастворимых форм свинца также повысилось на 0,6 мг/кг с дозой 1 кг/м² биоугля и с дозой 3 кг/м² на 4 мг/кг.

Внесение биоугля в агроотемномусовый подбел юга Приморского края позволило снизить содержание подвижных и кислоторастворимых форм свинца. Наибольший эффект был зафиксирован на участках с дренажной системой при использовании обеих дозировок биоугля (1 и 3 кг/м²) в сочетании с органическими и минеральными удобрениями. Наличие дренажа позволило оптимизировать водный режим, который отводил избыточную влагу и вымывал соединения металла. Таким образом, применение биоугля позволяет эффективно иммобилизовать свинец.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и образования РФ № FZNS-2026-0020.

Список литературы

1. Мнатсакян А.А. Пролонгированные удобрения в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Краснодарского края // Земледелие. - 2023. - № 3.
2. Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. – М., 2012. – 305 с.
3. Ермохин Ю.И. Основы микробиологии, физиологии растений и биохимии. - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2024.
4. Соболева Е.В., Ковековдова Л.Т. Свинец в почвах и растениях г. Уссурийска и Уссурийского района // Исследовано в России. - 2003.
5. Ким А.В., Богатыренко Е.А. и др. О возможности применения биоугля с микробным компонентом для рекультивации // Известия ДВФУ. Экономика и управление. - 2025. - № 3 (115). - С. 149–158.
6. Yuan J.H., Xu R.K., Zhang H. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures // Bioresource Technology. - 2011.
7. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, 2014.
8. Попова А.Д., Семаль В.А., Брикманс А.В., Нестерова О.В., Колесникова Ю.А., Бовсун М.А. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - № 6. - С. 57-63.
9. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М., 2006.
10. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

ПОСТУЛИРОВАНИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К СЕПТОРИОЗУ *STB1*, *STB2* В МАТЕРИАЛЕ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ ПИТОМНИКА КАСИБ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МАРКИРОВАНИЯ

Горбунова Е.В.¹, аспирант,
Пахолкова Е.В.², канд. биол. наук, с.н.с.,
Разуваева А.В.¹, м.н.с.,
Коломиец Т.М.², канд. биол. наук, в.н.с.,
Сколотнева Е.С.¹, канд. биол. наук, с.н.с.

¹Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
Московская область, пос. Большие Вяземы, Россия
e-mail: ekaterinagorbunowa4870@gmail.com

Аннотация. Для использования генетического ресурса устойчивости в целях повышения иммунитета мягкой пшеницы к септориозу необходимо проводить генотипирование селекционного материала с помощью известных молекулярных маркеров к генам *Stb*. Микросателлитные маркеры к генам *Stb1* и *Stb2* были применены для генотипирования сортов и гибридных линий из коллекции КАСИБ. Выявлено, что сортообразцы Лютесценс 89-06 и САД 101 являются носителями генов устойчивости к септориозу, обеспечивающими эффективную защиту в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации и в Западной Сибири.

Ключевые слова: септориоз, мягкая пшеница, молекулярные маркеры, *Stb1*, *Stb2*, КАСИБ

Введение. К числу самых распространенных видов возбудителей септориоза пшеницы на территории Российской Федерации, включая Западную Сибирь, относятся *Zimoseptoria tritici* (син. *Septoria tritici* Rob. et Desm.) и *Parastagonospora nodorum* (син. *Stagonospora nodorum* [Berk.] Castellani and E.G. Germano) [1]. Сорта и линии мягкой пшеницы из питомника КАСИБ регулярно подвергаются скринингу на устойчивость в условиях нечерноземной зоны страны, а также в Западной Сибири [2]. Для использования генетического ресурса устойчивости в целях повышения иммунитета пшеницы к септориозу необходимо проводить генотипирование селекционного материала с помощью известных молекулярных маркеров к генам *Stb*. Обзор современных работ по идентификации генов устойчивости к септориозу показал, что до сих пор не разработано однозначных маркеров к генам устойчивости. В маркер-опосредованной селекции применяются микросателлитные маркеры, полиморфизм которых часто заставляет исследователя проверять данные, ориентируясь на фенотипические оценки материала. Кроме того, прежде чем постулировать присутствие некоторых генов в материале рекомендуется перепроверять положительный сигнал на матрице с помощью дополнительных постановок ПЦР с маркерами, расположенными на хромосоме в непосредственной близости. Так, если для гена *Stb1*, локализованного на хромосоме 5B, найден близкий к нему маркер Xbarc74 на расстоянии 2.8 cM [3], то к гену *Stb2*, локализованному на хромосоме 1BS, предлагается несколько маркеров на расстоянии 5-6 cM Xwmc406, Xwmc230, но самый близкий Xbarc008 [4, 5].

Целью данной работы было использование микросателлитных маркеров к генам *Stb1*, *Stb2* для генотипирования сортов и гибридных линий из питомника КАСИБ, устойчивость

которых была оценена в Нечерноземной зоне Российской Федерации, а также в условиях Западной Сибири.

Материалы и методы. Сорты и линии мягкой пшеницы из коллекции КАСИБ, отобранные по устойчивости к септориозу в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации и Западной Сибири, подвергались молекулярному анализу с помощью микросателлитных маркеров к генам *Stb1* (маркер Xbarc74) и *Stb2* (Xbarc008). Последовательность праймеров и условия ПЦР указаны в соответствующей литературе [3-5]. В качестве положительных контролей при постановке ПЦР использовали сорта мягкой пшеницы из международного набора для дифференциации популяций возбудителя септориоза *Z. tritici* - Bulgaria88 (*Stb1*), Oasis (*Stb1*), Veranopolis (*Stb2*). Для анализа полиморфизма микросателлитных маркеров использовалась система визуализации с повышенным разрешением к размеру амплифицированных продуктов, флуоресцентный капиллярный электрофорез на генетическом анализаторе ABI 3130XL GeneticAnalyzer в Центре коллективного пользования «Геномика» СО РАН, чтение пиков проводили с применением программы Peak Scanner v1.0 от Applied Biosystems.

Оценку пораженности растений в поле оценивали на искусственном инфекционном фоне высокопатогенных изолятов *P. nodorum* и *Z. tritici*. Критериями устойчивости/восприимчивости сорта была максимальная степень поражения флаг-листа и колоса. По флаговым листьям этот показатель оценивали в фазу 72, максимальную степень поражения колоса фиксировали в фазу 75. По интенсивности развития болезни тип реакции растений классифицировали, как: высоко устойчивый – RR (степень поражения 0-5%), устойчивый – R (степень поражения 6-15%), умеренно-восприимчивый – M (16-25%), восприимчивый – S (26-65%), высоко восприимчивый – SS (66-100%) [6].

Результаты и обсуждение. Анализ ампликонов микросателлитных маркеров к генам устойчивости *Stb1* и *Stb2* проводили с помощью флуоресцентного капиллярного электрофореза, который является более точной системой визуализации, чем электрофорез в агарозном геле. Доминантный аллель микросателлитного маркера Xbarc74 (188 п.н.) помимо положительных контролей Bulgaria88 (*Stb1*), Oasis (*Stb1*) был обнаружен также на матрицах Сибирская юбилейная, Лютеценс 89-06, Фитон С 50 ЧС, САД 101, что свидетельствует о присутствии у этих четырех сортообразцов гена *Stb1*. На матрицах остальных тестируемых сортов зарегистрированы пики в области 166–171 п.н., что указывает на присутствие у них рецессивного аллеля гена *Stb1*.

Проведена оценка тестируемого материала на присутствие гена *Stb2* с помощью маркера Xbarc008, который находится ближе всего к гену и является кодоминантным. Ожидаемая длина локуса, сцепленного с аллелем, который отвечает за устойчивость – 260 п.н. Микросателлитные локусы, сцепленные с аллелем *Stb2* восприимчивых генотипов, имеют иной размер (245, 250, 253 или 256 п.н.). Чтобы увидеть различия между размерами локусов мы прибегли к более точной системе визуализации коротких маркеров флуоресцентного капиллярного электрофореза. Выявлен доминантный аллель (260 п.н.) микросателлитного маркера Xbarc008 на матрицах 14 линий и сортов: Степная 62, Лютеценс 126-05, Экада 85, Лютеценс 89-06, Сибирская 21, Экада 148, Фитон 43, Новосибирская 18, Лютеценс 1012, Лютеценс 22-17, САД 101, Фитон С 41 ЧС, Лютеценс 1003, Лютеценс 1082. Все остальные образцы продемонстрировали фрагмент длиной 245 пн и были отвергнуты в качестве носителей гена.

Проведен сравнительный анализ результатов генотипирования по *Stb* генам и скрининга на устойчивость, выполненного в условиях Нечерноземной зоны РФ и Западной Сибири (см. таблицу). Обнаружено, что генотипы с *Stb1* чаще всего устойчивы к септориозу в условиях нечерноземной зоны страны. Ген *Stb2* способен обеспечивать эффективную защиту генотипа в

условиях Западной Сибири, но потерял свою эффективность в Нечерноземной зоне страны. Присутствие в генотипах обоих генов *Stb1* и *Stb2* (Лютесценс 89-06, САД 101) является успешной генной пирамидой против популяций возбудителя септориоза, циркулирующих как в европейской, так и в азиатской частях Российской Федерации.

Генотипирование и фенотипирование по устойчивости к септориозу сортов мягкой пшеницы из питомника КАСИБ

№ п/п	Сорт	Генотипирование по <i>Stb1</i>	Генотипирование по <i>Stb2</i>	Фенотипирование устойчивости	
				Нечерноземная зона РФ, 2024	Западная Сибирь, 2025
1	Сибакоская юбилейная	+	-	R	S
2	Степная 62	-	+	S	R
3	Лютесценс С 19 ЧС	-	-	R	S
4	Лютесценс 126-05	-	+	S	R
5	Экада 85	-	+	S	R
6	Лютесценс 89-06	+	+	R	R
7	Сибирская 21	-	+	R	R
8	Экада 148	-	+	S	R
9	Лютесценс128-05	-	-	R	S
10	Фитон С 50 ЧС	+	-	R	S
11	Фитон 43	-	+	R	R
12	Новосибирская 18	-	+	S	R
13	Алтайская жница	-	-	S	S
14	Саратовская 75	-	-	S	S
15	Лютесценс 186/04-61	-	-	S	S
16	ОК-1	-	-	S	S
17	Лютесценс 1012	-	+	R	R
18	Лютесценс 22-17	-	+	R	R
19	САД 101	+	+	R	R
20	Степная волна	-	-	R	S
21	Фитон С 41 ЧС	-	+	R	R
22	Лютесценс 307/97-23	-	-	R	S
23	Лютесценс 1003	-	+	R	R
24	Лютесценс 1082	-	+	R	R

Исследования выполнены при поддержке темы Госбюджета FGGU-2025-0001. Номер государственного учета НИОКТР в ЕГИСУ 126011315488-6.

Список литературы

1. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Селюк М.П. Мониторинг септориоза яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. - № 12. – С. 33-35.
2. Коломиец Т.М. и др. Отбор устойчивых к септориозу сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) из Международного питомника КАСИБ 20 // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (50). – С. 33-47.

3. Adhikari T.B. et al. Molecular mapping of *Stb1*, a potentially durable gene for resistance to *Septoria tritici* blotch in wheat // Theoretical and Applied Genetics. – 2004. – Vol. 109. – No. 5. – P. 944-953.
4. Chartrain L. et al. Genetics of resistance to *Septoria tritici* blotch in the Portuguese wheat breeding line TE 9111 // Theoretical and Applied Genetics. – 2005. – Vol. 110. – No. 6. – P. 1138-1144.
5. Liu Y. et al. Molecular mapping re-locates the *Stb2* gene for resistance to *Septoria tritici* blotch derived from cultivar Veranopolis on wheat chromosome 1BS // Euphytica. – 2013. – Vol. 190. – No. 1. – P. 145-156.
6. Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Дубовая Л.П. Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу: метод. рекомендации. - М.: Печатный город, 2017. - 56 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-60>
УДК 579.64

ОРАНЖЕВЫЙ ИЗОЛЯТ МИКРОМИЦЕТА С ПОВЕРХНОСТИ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ И ЕГО АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Джуманазарова А.З., д-р хим. наук, проф.,
Шпота Е.Л., н.с.

Институт химии и фитотехнологий Национальной академии наук Кыргызской Республики,
Бишкек, Кыргызская Республика
e-mail: dzhumanazarova@gmail.com

Аннотация. С поверхности клубня картофеля выделен микромицет, дающий оранжевые колонии на картофельных средах. Идентификация рода этого микромицета проводилась на основании научных источников. Сходство морфологических и культуральных признаков с микромицетом *Acrostalagmus luteoalbus* даёт основание считать выделенный нами микромицет идентичным описанному в научной литературе виду. Однако до проведения молекулярно-генетических исследований, мы называем его «оранжевый изолят» (ОИ). Изучены антагонистические свойства ОИ по отношению к изолятам фузария и триходермы из разных источников. Определён изолят триходермы, подавляющий рост оранжевого изолята.

Ключевые слова: *Acrostalagmus luteoalbus*, антагонистические свойства, фузарий, триходерма, клубни картофеля, картофельная среда

Введение

Картофель является одним из основных продуктов питания во многих странах, в том числе в Кыргызстане. Выращивание, хранение и переработка картофеля зависит от многих специалистов и технологических приёмов. На начальных этапах большая роль отводится диагностике болезней картофеля и разработке методов борьбы с ними для получения здорового, незаражённого картофеля. Биологические методы борьбы (биоконтроля) являются наиболее экологичными. Применение биопрепаратов на основе культур полезных бактерий и грибов-микромицетов как агентов биоконтроля даёт возможность избежать (или значительно сократить) применение химических пестицидов, загрязняющих почву и попадающих во все звенья пищевых цепочек. Эти микроорганизмы в почве и на растениях проявляют антагонизм по отношению к фитопатогенам, т.е. подавляют или ограничивают их развитие и вредоносность.

Ответные реакции патогенных микроорганизмов также могут ограничивать влияние своих антагонистов.

В связи с этим нами проводятся исследования антагонизма нескольких изолятов триходермы (*Trichoderma* sp.) по отношению к фузарию, выделенному из картофеля (*Fusarium* sp.).

Кроме фузария с поверхности клубня картофеля нами был выделен микромицет, дающий оранжевые колонии на картофельных средах. Идентификация рода этого микромицета проводилась на основании научных источников. Сходство морфологических и культуральных признаков с микромицетом *Acrostalagmus luteoalbus* дало основание считать выделенный нами микромицет идентичным описанному в научной литературе виду. Однако до проведения молекулярно-генетических исследований, мы называем его «оранжевый изолят» (ОИ).

Acrostalagmus luteoalbus был обнаружен многими исследователями в сообществе с другими микромицетами на стенах зданий, внутри помещений [1], в пресной воде [2], на листьях растений [3], на картонных изделиях [4], и в основном встречается как сапротроф, питающийся мёртвыми растительными остатками. Недавняя находка российских учёных позволила выявить новый патоген *Acrostalagmus luteoalbus*, поражающий картофель [5].

Учитывая, что обнаруженный нами микромицет схож по описанию с новым патогеном картофеля, найденным российскими учёными, наши исследования были направлены на изучение антагонизма ОИ по отношению к изолятам фузария и триходермы, с которыми он может находиться в близком соседстве на клубнях или в почве.

Кроме антагонистических свойств ОИ представляло интерес изучить влияние экстракта кожуры картофеля на развитие этого патогена в агаризованной среде, так как известно, что кожура картофеля содержит большое количество антиоксидантов и других биологически активных веществ [6].

Методы исследования. Изолят ОИ был выделен с поверхности кожуры картофеля, где развивался в соседстве с фузарием и был посажен на агаризованную среду PDA в середину чашки Петри с помощью микробиологической петли. В результате роста на среде PDA образовалась крупная колония этого изолята (рис. 1, А) с зоной в середине, занятой конидиями фузария (рис. 1, Б).

Было проведено исследование роста изолята ОИ на агаризованных средах: Чапека, сахарозо-картофельная среда PDA и среде PPDA в течение 30 суток. Температура культивирования +15...+20°C.

Взаимодействие микроорганизмов изучалось в двойных культурах на различных агаризованных средах. Одна из часто используемых сред для роста грибов является сахарозо-картофельная среда (PDA). Мы модифицировали эту среду, заменив отвар мякоти картофеля на отвар кожуры картофеля – среда PPDA.

Методом двойных культур были проведены исследования антагонизма изолята ОИ по отношению к изолятам фузария, выделенных из разных растительных объектов: лука, картофеля, моркови и редьки и по отношению к изолятам триходермы. Все опыты проводились в трёхкратной повторности.

Результаты и обсуждение. Рост одиночной культуры ОИ. Первая пересадка после выделения «оранжевого изолята» проводилась на агаризованные среды: Чапека, PDA и PPDA (с отваром кожуры картофеля).

Наилучший рост колоний ОИ был на среде PDA, а на среде PPDA колонии ОИ имели гораздо меньший размер с рельефной структурой (рис. 1, Д, Ж). На среде Чапека рост был замедлен и колонии имели более тонкую структуру.

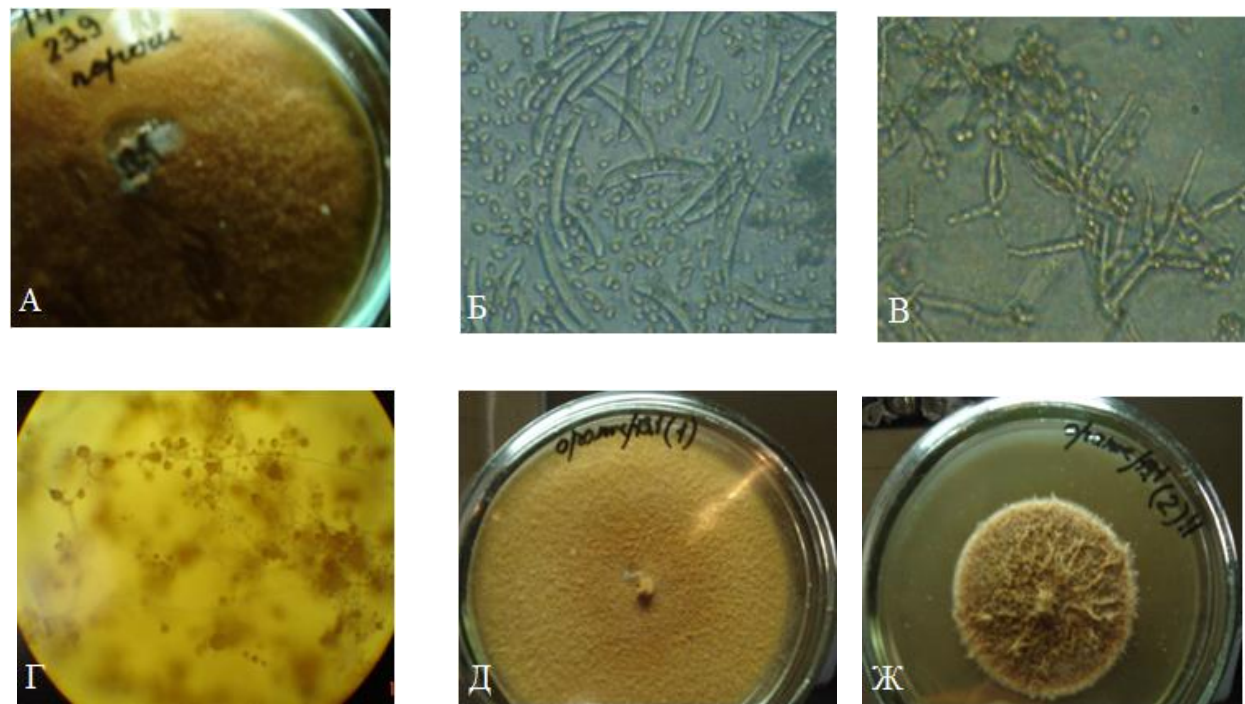


Рис. 1. А - первоначальный изолят ОИ с фузарием в центре; Б - центр колонии - споры фузария под микроскопом ув. 20х40; В - конидии под микроскопом ув. 20х40; Г - поверхностная съёмка оранжевой колонии при ув. 20х10; Д - рост колонии на PDA – 25 суток; Ж - рост колонии на PPDA – 25 суток. Температура культивирования +15...+20 °С

Рост двойных культур

На среде PDA изолят ОИ подавлял рост фузариев с разной интенсивностью в зависимости от объекта выделения фузария. Наибольшее подавление роста было в двойной культуре с фузарием, выделенного из редьки, который рос медленно при пониженных температурах (рис. 2, левая колонка фотоснимков).

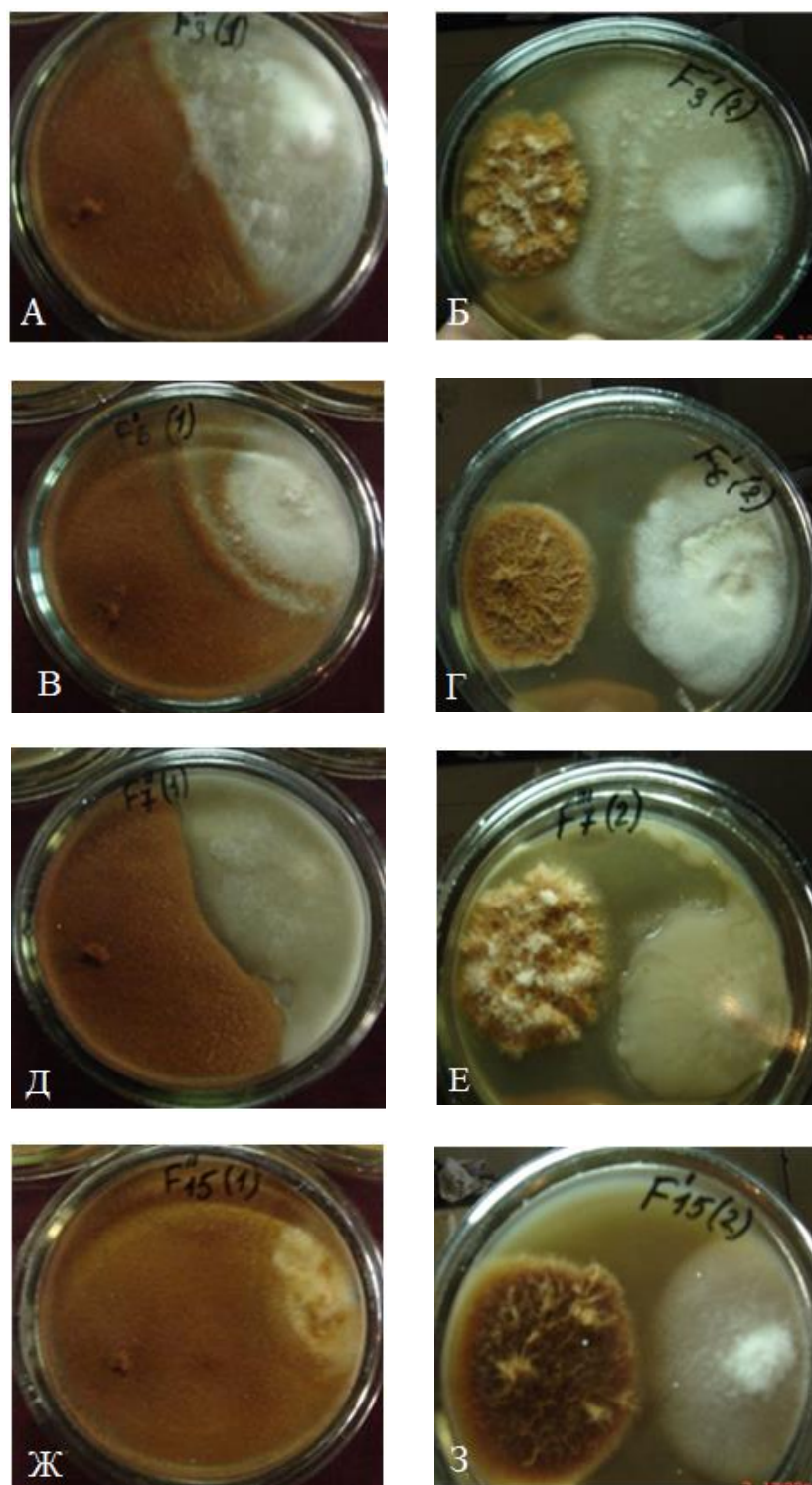


Рис. 2. Рост двойных культур ОИ и фузариев из разных объектов на средах PDA (левая колонка фотоснимков) и PPDA (правая колонка): А, Б – ОИ с фузарием из лука; В, Г – с фузарием из картофеля; Д, Е - с фузарием из моркови; Ж, З – с фузарием из редьки. Возраст культур – 25 суток

Ограничение роста всех фузариев оранжевым изолятом на среде Чапека происходило с образованием зон подавления во всех культурах кроме фузария из моркови. Фузарий, выделенный из лука быстро рос в направлении к ОИ. Остальные фузарии росли медленнее.

На среде PPDA во всех опытах культивирования в двойных культурах ОИ образовывал рельефные маленькие колонии, на которых вскоре появлялась «пушистость», а затем образовались «белые кисточки» (кроме колоний ОИ с фузарием картофеля). На протяжении 25 суток колонии ОИ в двойных культурах с фузариями, выделенных из указанных выше объектов росли в плоскости медленнее, чем на PDA.

Выделение ярко-оранжевого пигмента «оранжевым изолятом» наблюдалось наиболее сильно на среде PDA (рис. 2, левая колонка фотоснимков). На среде PPDA пигмент был гораздо светлее (правая колонка).

На среде PPDA в двойных культурах наблюдалось угнетение роста, как колоний фузария, так и колоний ОИ, кроме колоний фузария, выделенного из лука (рис. 2, Б).

Рост ОИ в двойных культурах с изолятами триходермы. Дальнейшее изучение антагонизма изолята ОИ проводилось в течение 21 сутки в двойных культурах с изолятами триходермы. На среде PDA триходерма изолята № 2 показала наиболее быстрый рост и полное зарастание колонии ОИ на 8 сутки. На среде PPDA колония ОИ имела меньший размер и зарастала триходермой на 7 сутки.

Заключение. Оранжевый изолят по морфологическим и культуральным признакам показал сходство с *Acrostalagmus luteoalbus*. Оранжевый изолят может ограничивать рост фузария с разной интенсивностью, в зависимости от источника выделения фузария. Триходерма в зависимости от вида может расти на колонии «оранжевого изолята». Наилучшее подавление роста ОИ проявляла триходерма нашего изолята № 2, что даёт возможность в последствии использовать этот изолят для создания биопрепарата против фитопатогенных грибов.

Список литературы

1. Andersson M.A., Salo J., Mikkola R. et al. Pathogens. – 2021. – Vol. 10. – P. 843.
2. Thuong T.T. Nguyen, Seo Hee Lee, Sun Jeong Jeon, Hyang Burm Lee. Mycology. – 2019. – Vol. 47. – No. 1. – P. 1–11.
3. Ebrahimi Kh. B. Fotouhifar Mycologia Iranica. – 2016. – No. 3 (1). – P. 25–37.
4. *Acrostalagmus luteoalbus* <http://www.iam-europa.com>.
5. Ведмеденко Д.В., Чудинова Е.М., Еланский С.Н. Сборник тезисов XIV Международной научно-практической конференции. - М., 2022.
6. Rodríguez-Martínez B., Gullón B., Yáñez R. Antioxidants. - 2021. - Vol. 10. – P. 1630.

<https://doi.org/10.26898/2026-61>
УДК 633.853.52

СОЯ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАСЛИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ

Динкелакер Г.Е., аспирант,

Ефименко Д.В., аспирант, м.н.с.,

Чан-оглы Д.Д., магистрант

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: ge.dinkelaker1812@omgau.org

Аннотация. В статье анализируются современное состояние и перспективы возделывания сои в Омской области в условиях диверсификации агропромышленного комплекса. Рассмотрены основные экономические и агробиологические предпосылки расширения посевов данной культуры, включая ее высокую маржинальность на фоне

перенасыщения рынка зерна, способность к азотфиксации и роль в севообороте. Приведены данные по динамике посевных площадей и урожайности в регионе за последние годы. Определены ключевые лимитирующие факторы (климатические риски, фотопериодичность, технологическая дисциплина) и стратегические направления для дальнейшего развития соеводства в Омской области. Результаты исследования могут быть использованы для обоснования структурных изменений в растениеводстве региона и планирования научно-производственной деятельности.

Ключевые слова: соя, сорт, агротехнология, севооборот, урожайность

Традиционно в Омской области собирают около 3 млн т зерновых и зернобобовых, но рекордные 2024-2025 года (4-4,2 млн т) перенасытили рынок зерновых и соответственно резко повлияли на снижение цен зерновых культур [5]. Аграрии вынуждены перераспределять структуру посевов, снижая долю зерновых в пользу более маржинальных масличных и зернобобовых культур. Соя является важнейшей белково-масличной культурой, семена её имеют богатый и ценный состав. Содержание белка в семенах варьирует в зависимости от сорта и условий выращивания в диапазоне от 35 до 45 %. Кроме того, семена сои содержат 17–27 % жира, представленного главным образом ненасыщенными жирными кислотами, благоприятно влияющими на здоровье человека. Помимо белка и жира, в сое присутствуют значительные количества углеводов, витаминов и незаменимых аминокислот.

Соя является культурой, которая положительно влияет на плодородие почвы, обладая способностью использовать азот воздуха за счет симбиотической фиксации, снижая затраты на минеральные удобрения [1]. Кроме того, растительные остатки бобовых культур обогащают почву свежим органическим веществом, по химическому составу наиболее полно удовлетворяющим условиям интенсивной гумификации и минерализации, способствуя оптимизации пищевого режима почвы.

Экономическая целесообразность возделывания сои обусловлена устойчивым спросом на растительный белок со стороны животноводства и перерабатывающей промышленности, а также более высокой рентабельностью по сравнению с традиционными зерновыми культурами [1, 5, 7].

Основными регионами возделывания сои в России являются Дальний Восток и Центральное Черноземье. В 2024 году в пятерку лидеров по производству семян сои вошли Амурская область, Белгородская область, Приморский край и Воронежская область [5]. Соя – типичная культура короткого светового дня. При длинном дне цветение задерживается, а при коротком – ускоряется. Культура светолюбива, теплолюбива и чувствительна к влаге [4].

Селекционеры ФГБНУ «Омский аграрный центр» вывели ряд сортов, которые подходят для выращивания сои в условиях региона вплоть до 56-й широты. Такие сорта, как «Золотистая», «Черемшанка», «Сибиряда», «Сибиряда 20», обладают пониженной чувствительностью к фотопериоду и при правильной агротехнике позволяют получать стабильные урожаи с высокими качественными показателями (содержание белка 37-42%, масла 18-22%) [2].

Исторически соя в регионе была мало распространенной культурой. Доминировали традиционные для Западной Сибири зерновые и зернобобовые (пшеница, ячмень, горох). Однако к 2023 году под соей было занято около 100-120 тыс. га. Динамика роста за последние 5-7 лет составляет в среднем 15-25% ежегодно. Средняя урожайность колеблется в пределах 12-18 ц/га, что для зоны рискованного земледелия является хорошим показателем, но оставляет пространство для роста [3]. Основные площади сосредоточены в южных и центральных районах области, наиболее благоприятных по теплообеспеченности: Омском, Таврическом, Черлакском,

Полтавском, Исилюльском. Именно в этих районах сумма активных температур превышает 2000 °С, что является критическим порогом для вызревания современных скороспелых сортов [3-5].

Несмотря на положительную динамику, устойчивое развитие соеводства в регионе сдерживается комплексом факторов [3, 4, 6]. Климатические риски: дефицит осадков в период цветения – налива семян и угроза ранних осенних заморозков остаются главными природными лимитаторами. Фотопериодическая чувствительность: необходимость строгого районирования сортов [2, 4, 6]. Высокие требования к агротехнологии: соя требует соблюдения технологической дисциплины: качественной обработки почвы, точного посева, инокуляции семян, эффективной защиты от сорняков и своевременной уборки (см. таблицу).

Технология возделывания сои

Элемент технологии	Научно обоснованные параметры / рекомендации	Цель/физиологическое обоснование
1. Выбор сорта	Раннеспелые сорта местной селекции: «Сибириада», «Сибириада 20», «Золотистая»	Созревание до наступления осенних заморозков. Использование короткого вегетационного периода
2. Сроки сева	Ранние, в физически спелую почву: При прогреве верхнего слоя почвы до +8...+10 °С. Оптимальный календарный период – 2-3 декада мая	Максимальное использование летнего тепла и светового дня. Избегание попадания цветения и налива зерна на период возможной засухи в июле
3. Подготовка семян и инокуляция	Обязательная обработка препаратами на основе активных штаммов клубеньковых бактерий (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>), адаптированных к сибирским условиям	Активизация биологической фиксации атмосферного азота. Снижение потребности в минеральном азоте на 40-60%. Повышение урожайности и белка в зерне
4. Способ посева	Рядовой (15 см). Глубина заделки семян 3-5 см на тяжелых, 5-6 см на легких почвах	Оптимальная площадь питания, равномерное стояние растений, снижение конкуренции с сорняками на ранних этапах.
5. Норма высева	Оптимальная: 700-800 тыс. всхожих семян на га. Корректировка в сторону увеличения на менее плодородных почвах и при поздних сроках сева	Формирование оптимального фитоценоза (70-80 растений на м²). Предотвращение изреженности (при занижении) или взаимного угнетения и полегания (при завышении)
6. Система удобрений	Основное удобрение (осенью): Фосфорные (N12P52) на черноземах. Стартовое (при посеве): аммиачная селитра (N34) в дозе 30-50 кг/га д.в. Азотные подкормки минимизируют	Обеспечение элементами питания в доступной форме в критический начальный период до начала активной работы клубеньков. Повышение эффективности инокуляции
7. Защита растений	Довсходовое боронование. Применение почвенных или страховых гербицидов (имидазолины, диметиламинная соль) с учетом спектра сорняков. Обработка инсектицидами и акарицидами против паутинного клеща, соевой плодовой клещки	Борьба с сорняками в «критический период» (первые 3-6 недель). Сохранение продуктивной влаги. Защита генеративных органов от вредителей
8. Уборка	Однофазная (прямое комбайнирование) при влажности зерна 14-16% и влажности стеблей не более 50%. Использование жаток для низкого среза	Минимизация потерь от растрескивания бобов и осыпания. Получение качественного, неповрежденного зерна

Стратегическими направлениями для преодоления этих ограничений и дальнейшего роста являются: интенсификация селекционного процесса с акцентом на создание толерантных (к засухе, пониженным температурам) сортов и гибридов; разработка и внедрение дифференцированных зональных технологий возделывания, включая элементы точного

земледелия; развитие инфраструктуры для послеуборочной обработки, сушки и хранения семян; создание системы семеноводства адаптированных сортов в рамках региона.

Таким образом, соя из экспериментальной культуры превратилась в важный элемент диверсификации агропромышленного комплекса Омской области. Её распространение продиктовано экономической целесообразностью и стало возможным благодаря успехам отечественной селекции, создавшей сорта, преодолевающие биологические барьеры сибирского климата. Дальнейший рост производства и повышение эффективности соеводства требуют системного подхода, направленного на минимизацию климатических рисков, совершенствование агротехнологий и развитие собственной семеноводческой и перерабатывающей базы. Реализация этого потенциала позволит существенно укрепить экономику растениеводства региона и его роль в обеспечении страны растительным белком.

Список литературы

1. Абаев А.А., Завалин А.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сои // Агрохимический вестник. – 2007. – № 6. – С. 24-27.
2. Сорта сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск, 2021. – 144 с.
3. Омелянюк Л.В., Танакулов А.Х., Асанов А.М. Продуктивность скороспелых сортов и линий сои в зависимости от изменяющихся условий произрастания // Омский научный вестник. – 2012. – № 1 (108). – С. 195-198.
4. Нагорный В.Д., Ляшко М.У. Биология и агротехника сои. – М.: ИД «БИБЛИО-ГЛОБУС», 2018. – 418 с.
5. Кушкина Т.А., Артемов В.А. Народнохозяйственное значение сои и посевные площади в России // Наука и молодёжь: актуальные вопросы и пути инновационного развития АПК: материалы Нац. науч.-практ. студ. конф., Майский, 2 окт. 2025 г. – Майский, 2025.
6. Малинина А.И., Ершов В.Л., Мозылева С.И. Совершенствование элементов технологии возделывания сои в южной лесостепи Западной Сибири // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курган, 27 февр. 2020 г. / под общ. ред. И.Н. Миколайчика. – Курган, 2020. – С. 521-524.
7. Кузнецова Г.Н., Лошкомойников И.А., Кривошлыков К.М. Экономическая эффективность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. – 2021. – № 3 (187). – С. 53-57.

<https://doi.org/10.26898/2026-62>
УДК 633.15:632.951:631.5(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГРОДРОНОВ В ЗАЩИТЕ КУКУРУЗЫ ОТ ДОМИНАНТНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Запрудский А.А.¹, д-р с.-х. наук, доцент,
Бойко С.В.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Немкевич М.Г.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Ленский А.В.², канд. экон. наук, доцент,
Корытцо К.А.¹, м.н.с.

¹Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси,
Минская область, Прилуки, Республика Беларусь

²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства, Минск, Республика Беларусь
e-mail: a.zaprudski@mail.ru; svetlanaboiko@tut.by

Аннотация. В статье представлены результаты исследований эффективности инсектицидов, применяемых с использованием агродронов, в защите кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) и западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) в условиях Республики Беларусь. На основании мониторинга агроценозов в 2023–2025 гг. установлена высокая численность доминантных вредителей и обоснованы оптимальные сроки защитных обработок. Показано, что применение однокомпонентных инсектицидов на основе хлорантранилипрола и двухкомпонентных препаратов с помощью агродронов в периоды 9–11 листьев и цветение – начало формирования зерна снижает поврежденность растений гусеницами *O. nubilalis* на 83,8–98,4 % и численность западного кукурузного жука на 84,2–100 %. В результате достоверно сохранено 7,0–11,9 ц/га зерна кукурузы (8,0–10,8 %). Установлено, что эффективность агродронов сопоставима с высокок্লиренсными штанговыми опрыскивателями, а их применение целесообразно для интегрированной системы защиты кукурузы совместно с наземной техникой.

Ключевые слова: кукуруза, агродроны, инсектициды, стеблевой кукурузный мотылек, западный кукурузный жук, биологическая эффективность, урожайность, интегрированная защита растений

Кукуруза является одной из ключевых сельскохозяйственных культур Республики Беларусь, однако ее продуктивность существенно ограничивается повреждениями доминантных вредителей, прежде всего стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) и ежегодным распространением карантинного вредителя – западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) [1]. В последние годы в ряде регионов страны отмечается рост численности данных фитофагов, что обуславливает необходимость совершенствования систем мониторинга и защиты культуры.

Одним из перспективных направлений является применение инсектицидов методом ультрамалообъемного опрыскивания с использованием агродронов, позволяющее проводить обработки в оптимальные сроки, в том числе при высокой высоте растений и на полях сложной конфигурации [2]. В то же время в условиях Республики Беларусь эффективность данного подхода ранее не была всесторонне изучена.

Целью исследований являлась оценка биологической и хозяйственной эффективности инсектицидов различных химических классов, применяемых с помощью агродронов, в защите кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька и ограничения инвазии западного кукурузного жука.

Исследования проводились в 2023–2025 гг. в различных агроклиматических зонах Республики Беларусь (Брестская и Минская области) в производственных посевах кукурузы, возделываемой на зерно и зеленую массу. Энтомологический мониторинг стеблевого кукурузного мотылька осуществляли путем оценки зимующего запаса гусениц в растительных остатках, плотности яйцекладок и гусениц, а также учета поврежденности растений перед уборкой культуры. Для изучения динамики вылета бабочек использовали энтомологический изолятор и визуальные наблюдения. Численность имаго западного кукурузного жука определяли с помощью феромонных ловушек типа PAL с феромоном «Дивабат» (БГУ, РБ).

Инсектицидные обработки проводили при достижении экономического порога вредоносности с использованием отечественных и зарубежных агродронов (А-60, Z-30), а также высококлиренсных самоходных опрыскивателей (Hardi Alpha, Berthoud Raptor) [3]. В опытах применяли инсектициды:

- Кораген, КС и Рино-А, КС (хлорантранилипрол, 200 г/л) в нормах 0,15 и 0,2 л/га;
- Органза, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л) в норме 0,2 л/га в сочетании с адьювантом Флюид-42, ВК (1 % рабочего раствора);
- Эфория, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л) – 0,2 л/га.

Биологическую эффективность определяли по снижению поврежденности растений и численности вредителей, хозяйственную – по сохраненному урожаю зерна. Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам.

Проведенный в 2023–2025 гг. мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов кукурузы в различных агроклиматических зонах Республики Беларусь показал устойчивую тенденцию к формированию очагов высокой численности доминантных вредителей культуры – стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) и западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte).

В вегетационном сезоне 2023 г. поврежденность растений кукурузы гусеницами стеблевого мотылька в ряде хозяйств Брестской области достигала 46,0–76,0 %, в Минской области – 18,0–37,0 %, а на опытном поле РУП «Институт защиты растений» – до 73,0 % [4]. Полученные данные свидетельствуют о высокой вредоносности фитофага и значительном потенциале его популяции к сохранению и нарастанию численности в последующие годы. Анализ зимующего запаса показал, что в 2024–2025 гг. в растительных остатках кукурузы выявлялись активные гусеницы 5-го возраста, располагающиеся преимущественно в нижней и средней части стебля на высоте 3–18 см. Заселенность остатков в отдельных регионах составляла 40,0–90,0 %, что указывает на благоприятные условия перезимовки фитофага и высокую вероятность интенсивного лета бабочек в летний период. Использование энтомологического изолятора позволило уточнить фенологию развития вредителя и подтвердило необходимость раннелетнего мониторинга яйцекладок.

В ходе полевых наблюдений установлено, что в условиях южных и центральных регионов Беларуси в начале июля независимо от гибрида и направления использования культуры плотность яйцекладок *O. nubilalis* часто достигала и превышала экономический порог вредоносности (1,0–2,0 яйцекладки/100 раст. при возделывании на зерно). Яйцекладки преимущественно располагались на 6–7 листьях растений, что имеет практическое значение для оптимизации сроков и техники инсектицидных обработок.

Производственные опыты в условиях 2024 г. показали, что применение инсектицидов системного действия на основе хлорантранилипрола (Кораген, КС и Рино-А, КС) с использованием агродрона Z-30 в стадии 9–10 листьев кукурузы обеспечивало высокую биологическую эффективность. Поврежденность растений гусеницами стеблевого мотылька в период уборки снижалась на 83,8–98,4 % по сравнению с контролем. При этом характер повреждений в обработанных вариантах существенно отличался: наблюдались преимущественно сломы метелки, тогда как в контрольном варианте отмечались сломы стебля выше и ниже початка, что наиболее негативно сказывается на формировании урожая зерна.

Высокая биологическая эффективность инсектицидных обработок агродроном сопровождалась достоверным сохранением урожая. Урожайность зерна кукурузы в обработанных вариантах составила 120,0–122,1 ц/га против 110,2 ц/га в контроле, а сохраненный урожай достигал 9,2–11,9 ц/га, или 8,9–10,8 %. Это подтверждает не только защитный, но и выраженный экономический эффект применения агродронов.

В вегетационном сезоне 2025 г. при высокой плотности яйцекладок стеблевого мотылька (до 4,0 шт./100 раст.) проведена оценка эффективности двухкомпонентного инсектицида Органза, КС (ацетамиприд + лямбда-цигалотрин). Обработка в стадии выхода метелки из верхних листьев (ДК 50) обеспечивала снижение поврежденности растений *O. nubilalis* на 86,0–89,5 % при использовании агродронов и на 84,2 % при применении самоходного опрыскивателя Hardi Alpha. Различия между способами внесения носили недостоверный характер, что свидетельствует о сопоставимой эффективности агродронов и традиционной техники.

Хозяйственная эффективность инсектицида Органза, КС в 2025 г. выражалась в сохранении 7,0–9,2 ц/га зерна кукурузы (8,0–10,6 %), при этом на вариантах с агродронами отмечалась тенденция к более равномерному распределению рабочего раствора по ярусам растения, включая высокорослые посевы.

Феромономониторинг западного кукурузного жука показал, что наибольшая численность имаго в 2024–2025 гг. фиксировалась в отдельных агроценозах кукурузы Брестской области, где численность вредителя существенно превышало ЭПВ (20,0 ос./ловушку за 7 суток). Применение инсектицидов Эфория, КС и Органза, КС с помощью агродронов в период цветения – начала развития зерна снижало численность фитофага на 84,2–96,5 % уже на 7-е сутки после обработки [1, 5].

В 2025 г. эффективность инсектицида Органза, КС в сочетании с адъювантом Флюид-42, ВК сохранялась на уровне 99,0–100 % в течение двух недель после обработки независимо от используемой техники (агродроны А-60 и Z-30, высококлиренсный опрыскиватель). Это свидетельствует о высокой остаточной активности препарата и целесообразности его применения в условиях массового лета карантинного вредителя.

В целом полученные данные подтверждают, что применение инсектицидов с использованием агродронов является высокоэффективным при защите кукурузы от доминантных чешуекрылых и жесткокрылых вредителей, особенно в фазах вегетации, когда использование наземных опрыскивателей затруднено из-за высоты растений или конфигурации поля.

Выводы

1. В агроценозах кукурузы Республики Беларусь в 2023–2025 гг. установлена высокая численность стеблевого кукурузного мотылька и западного кукурузного жука, что требует обязательного мониторинга и своевременного проведения защитных мероприятий.

2. Применение инсектицидов на основе хлорантранилипрола и двухкомпонентных препаратов с использованием агродронов обеспечивает снижение поврежденности растений *Ostrinia nubilalis* на 83,8–98,4 % и достоверное сохранение 7,0–11,9 ц/га зерна.

3. Инсектицид Органза, КС (0,2 л/га) в сочетании с адъювантом Флюид-42, ВК проявил высокую эффективность против западного кукурузного жука, снижая численность имаго на 99,0–100 %.

4. Использование агродронов является перспективным и экономически обоснованным элементом интегрированной системы защиты кукурузы, особенно на высокорослых посевах и полях сложной конфигурации.

Совместные научные исследования выполнены по заданию ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» подпрограммы «Механизация агропроцессов и «точное» сельское хозяйство» на тему «Разработка рекомендаций по применению агродронов для защиты кукурузы от насекомых-вредителей».

Список литературы

1. Бойко С.В. и др. Современные технологии в борьбе со стеблевым кукурузным мотыльком и западным кукурузным жуком // Белорусское сельское хозяйство. – 2024. – № 11 (271). – С. 108–119.
2. Ленский А.В., Бойко С.В., Немкевич М.Г. Беспилотники для защиты кукурузы // Наука. – 2024. – 29 кастрычніка. – С. 4.
3. Ленский А.В., Жешко А.А. К вопросу разработки методики сравнительной оценки мероприятий по защите кукурузы от насекомых-вредителей при помощи агродронов и наземных опрыскивателей // Вестник БГСХА. – 2025. – № 4. – С. 114–123.
4. Немкевич М.Г., Бойко С.В. Защита кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) инсектицидами с действующим веществом хлорантранилипрол // Защита растений: сб. науч. тр. – Минск: Колорград, 2024. – С. 243–252.
5. Ленский А.В. и др. Оценка осаднения рабочего раствора и биологической эффективности инсектицидных обработок с помощью агродрона // Агропанорама. – 2025. – № 6 (172). – С. 2–8.

<https://doi.org/10.26898/2026-63>
УДК 631.468.514.239

ИНТРОДУКЦИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ *EISENIA FETIDA* КАК ОДИН ИЗ ПРИЁМОВ БИОКОНТРОЛЯ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ПШЕНИЦЫ

Зюбанова Т.И., канд. биол. наук, с.н.с.,
Акимова Е.Е., канд. биол. наук, с.н.с.,
Минаева О.М., канд. биол. наук, с.н.с.

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Томск, Россия
e-mail: t.i.zyubanova@yandex.ru

Аннотация. Дождевые черви *Eisenia fetida*, считаются перспективным компонентом системы биологической защиты растений, однако их влияние на зараженность пшеницы фитопатогенами изучено недостаточно. Цель работы – оценка воздействия интродукции *E. fetida* в субстрат на параметры роста, флуоресценцию хлорофилла *a*, активность гваякол-зависимой пероксидазы и пораженность корневыми гнилями пшеницы. Интродукция червей способствовала увеличению высоты растений на 12%, сырой массы – на 31%, росту активности пероксидазы на 37%, повышению максимальной эффективности фотосистемы II и снижению

нерегулируемых потерь энергии; распространённость корневых гнилей снижалась на 10%, индекс развития болезни – на 19%. Полученные результаты указывают на сочетание ростостимулирующего действия *E. fetida* с повышением супрессивной активности в ризосфере и демонстрируют возможность их использования в концепции биологической защиты растений.

Ключевые слова: *Eisenia fetida*, *Triticum aestivum*, параметры флуоресценции хлорофилла *a*, активность гваякол-зависимой пероксидазы, поражённость корневыми гнилями

Дождевые черви как «инженеры экосистем» способны оказывать многофакторное влияние на физико-химические свойства почв и структуру микробных сообществ [1]. Эпигейные виды, в частности *Eisenia fetida*, активно применяются в технологиях вермикомпостирования и устойчивого земледелия благодаря высокой скорости разложения органических отходов и способности формировать полезный продукт – вермикомпост [2]. Наряду с улучшением питания растений и структуры почв, накапливается всё больше данных указывающих на участие дождевых червей и образуемых ими продуктов жизнедеятельности в биологической защите растений [2, 3].

Известно, что вермикомпост способен подавлять развитие ряда почвенных патогенов, и, следовательно, снижать поражённость заболеваниями возделываемых культур, что связано с формированием супрессивной активности субстратов, обогащённых антагонистическими микрофлорой, и с индукцией системной резистентности растений, сопровождающейся повышением активности защитных ферментов [2–4]. Наряду с этим показано, что эпидермальная слизь и целомическая жидкость *E. fetida* и других видов обладают фунгистатическими свойствами, что свидетельствует о наличии у дождевых червей собственных биологически активных соединений с потенциалом биоконтроля [2, 4].

Для злаковых культур, особенно для пшеницы, роль дождевых червей как агентов биоконтроля не достаточно изучена. Современные исследования показали, что выращивание растений с использованием вермикомпостов, сформированных *E. fetida*, способствует снижению площади поражения листовой поверхности пшеницы листовой ржавчиной *Puccinia triticina*, более чем в два раза и одновременно стимулирует рост растений, что подтверждает возможность использования *E. fetida* в системах биологической защиты зерновых культур [5]. Однако данные о влиянии интродукции *E. fetida* в зону ризосферы на поражённость пшеницы возбудителями корневых гнилей и связанные с этим физиолого-биохимические изменения у растений пока единичны.

Цель данного исследования – оценить влияние интродукции дождевых червей *Eisenia fetida* на ростовые характеристики пшеницы, показатели функционирования фотосистемы II, активность гваякол-зависимой пероксидазы и поражённость растений возбудителями корневых гнилей.

Влияние червей *in planta* оценено в модельных экосистемах, состоящих из трех звеньев: торфяной субстрат – растение (*Triticum aestivum* L.) – черви (*Eisenia fetida* Sav.). Для выращивания растений использован раскисленный низинный торф с внесением 10% навоза КРС, объем контейнера – 2 л. Через неделю в опытные варианты запускали дождевых червей *E. fetida* (10 шт./контейнер), выдерживали в течение 7 дней, после чего высаживали 3-суточные проростки пшеницы сорта «Ирень». Контейнеры с растениями размещали в фитокамере при интенсивности освещения люминесцентными лампами 12 кЛк, 16-часовым фотопериодом при 20–22 °С (дневные температуры) и 15–17 °С (ночные температуры). Общая продолжительность эксперимента составляла 35 суток.

По окончании эксперимента измерены высота растений, сырая и сухая масса, параметры флуоресценции хлорофилла *a* (JUNIOR-PAM «Walz», Германия) после 30 минут экспозиции

растений в темноте, активность гваякол-зависимых пероксидаз в листьях спектрофотометрическим методом ($\lambda = 470$ нм), пораженность возбудителями корневых гнилей. Данные представлены в виде среднего арифметического значения с 95% доверительным интервалом ($M \pm 95\%$ ДИ) для нормально распределённых выборок на основе t -критерия Стьюдента при $p < 0,05$ или в виде медианы ($M\tilde{e}$) для ненормально распределённых выборок. Статистическую значимость различий оценивали с помощью параметрического t -критерия Стьюдента или непараметрического критерия Манна – Уитни ($p < 0,05$).

Интродукция *E. fetida* в субстрат способствовала стимуляции роста растений пшеницы: высота растений пшеницы статистически значимо увеличивалась на 12%, сырая масса – на 31%, тогда как сухая имела только тенденцию к увеличению на 14 % (рис. 1). Полученные данные согласуются с результатами исследований, в которых дождевые черви (*E. fetida*, *Perionyx excavatus* и др.) усиливали рост культур за счёт повышения доступности элементов питания, улучшения структуры субстрата и стимуляции ризосферной микробиоты [1–4].

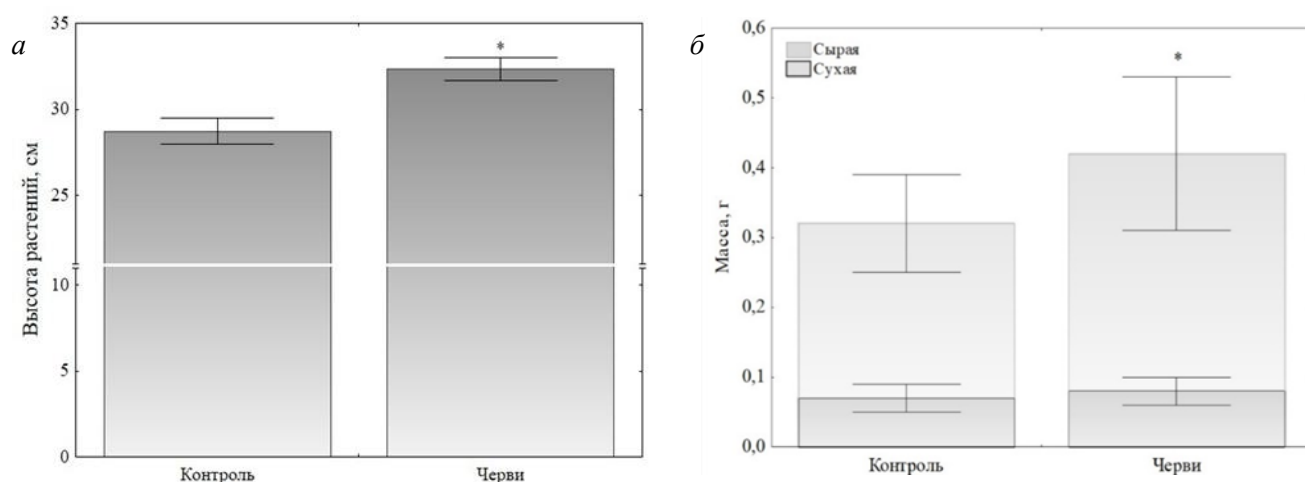


Рис. 1. Морфометрические показатели роста пшеницы при интродукции *E. fetida*: а – высота растений; б – сырая и сухая масса надземной части растений. Здесь и далее: «*» – статистически значимые отличия от контроля ($p < 0,05$)

Интродукция *E. fetida* оказала влияние и на функциональное состояние фотосинтетического аппарата пшеницы (см. таблицу). Максимальная эффективность фотосистемы II (F_v/F_m) растений в вариантах с червями на 5% выше контроля, что свидетельствует о более эффективной работе ФС-II и меньшей степени фотоповреждения. Эффективный квантовый выход $Y(II)$ изменялся незначительно, однако квантовый выход нерегулируемой диссипации световой энергии $Y(NO)$ снижался на 8%, коэффициент фотохимического тушения q_L – на 17%. Совокупность изменений этих параметров указывает на перераспределение потоков энергии: снижается доля «неуправляемой» потери энергии, при сохранении или тенденции к росту доли энергии, направляемой на фотохимические процессы.

Показатели флуоресценции хлорофилла а листьев пшеницы при интродукции *E. fetida*

Показатель флуоресценции хлорофилла а		Контроль	Черви
F_v/F_m	Максимальная эффективность ФС II	$0,76 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,01^*$
$Y(II)$	Эффективный квантовый выход ФС II	$0,41 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,01$
$Y(NO)$	Квантовый выход нерегулируемой диссипации световой энергии	$0,25 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01^*$
q_L	Коэффициент фотохимического тушения	$0,54 \pm 0,02$	$0,45 \pm 0,02^*$

Рост показателя Fv/Fm и снижение Y(NO) обычно трактуются как признаки снижения стресса и более устойчивого функционирования фотосистемы II, тогда как обратные изменения указывают на фотоповреждение хроническим стрессом, в том числе обусловленный фитопатогенами. В данном случае естественная фитопатогенная нагрузка семян могла вызывать умеренный стресс у растений, тогда как присутствие *E. fetida* частично его компенсировало, что отразилось в параметрах флуоресценции.

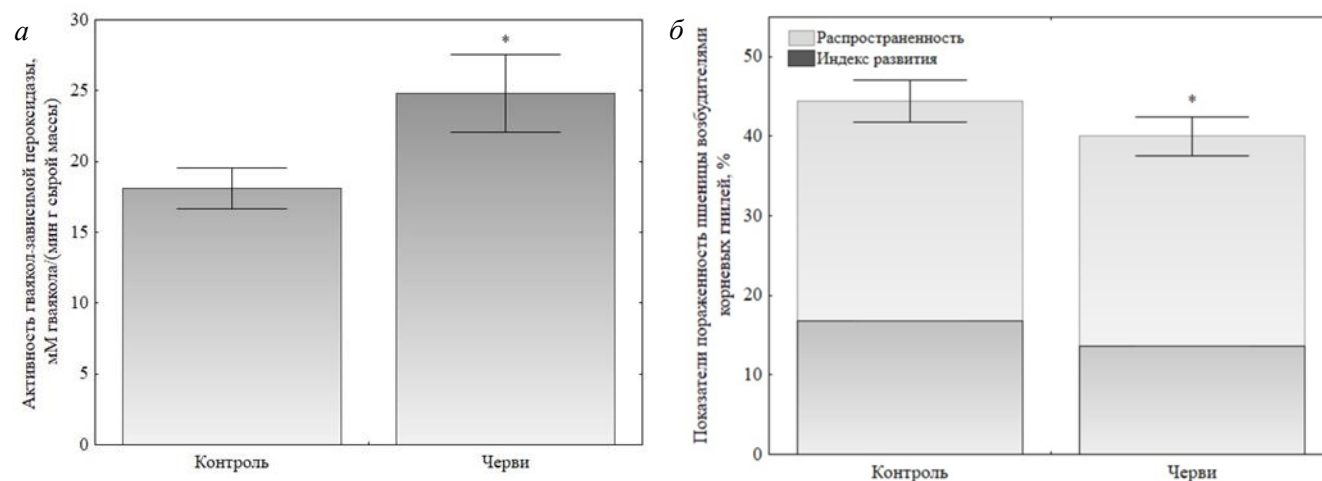


Рис. 2. Активность гваякол-зависимой пероксидазы (а) и поражённость растений пшеницы корневыми гнилями (б) при интродукции *Eisenia fetida*

Активность гваякол-зависимой пероксидазы в присутствии червей, на 37% выше, чем в контроле (рис. 2). Повышение активности пероксидаз – один из характерных признаков индуцированной системной резистентности, формируемой под влиянием ризобактерий и микрофлорой вермикомпостов [5]. Пероксидазы участвуют в детоксикации активных форм кислорода и лигнификации клеточных стенок, что усиливает механические и химические барьеры на пути проникновения патогенов. В литературе отмечено, что рост ферментативной активности, включая гваякол-зависимую пероксидазу, тесно коррелирует со снижением выраженности симптомов заболеваний у растений [5].

Наиболее важным с позиции биоконтроля является влияние *E. fetida* на поражение растений корневыми гнилями: в присутствии червей отмечено снижение распространённости на 10% и тенденция к снижению индекса развития на 19%. Полученные результаты подтверждают более ранние данные о снижении заболеваемости растений под влиянием вермикомпоста и продуктов жизнедеятельности червей за счёт формирования супрессивной микрофлоры субстратов и усиления защитных реакций растений [2, 3].

Комплексный анализ данных показал, что *E. fetida* как агенты биоконтроля способствуют статистически значимому снижению показателей поражённости корневыми гнилями, сопровождающегося активацией адаптивных механизмов растений. Отмечено повышение активности гваякол-зависимой пероксидазы в сочетании с оптимизацией параметров флуоресценции хлорофилла *a*: увеличение квантового выхода ФС II (Fv/Fm) на 5% и статистически значимое снижение нерегулируемой диссипации энергии (Y(NO)) на 8% может свидетельствовать о формировании индуцированной устойчивости и повышении функциональной стабильности фотосинтетического аппарата растений пшеницы.

Список литературы

1. van Groenigen J.W., Lubbers I.M., Vos J. H.M., Brown G.G., De Deyn G.B. Earthworms increase plant production: a meta-analysis // Scientific Reports. – 2014. – Vol. 4. – No. 1. – P. 6365.
2. Edwards C.A., Arancon N.Q. Biology and ecology of earthworms. – New York: Springer US, 2022. – 567 p.
3. Jorge-Escudero G., Pérez C.A., Friberg H., Söderlund S., Vero S. et al. Contribution of anecic and epigeic earthworms to biological control of *Fusarium graminearum* in wheat straw // Applied Soil Ecology. – 2021. – Vol. 166. – P. 103997.
4. Adelabu D.B., Mebalo J., Terefe T., Hatting J., de Villiers C., Bredenhand E. Biocontrol of wheat leaf rust with redworm (*Eisenia fetida*) and its extracts: enhancing sustainable crop production // International Journal of Pest Management. – 2024. – Vol. 70. – Is. 4. – P. 971–980.
5. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Терещенко Н.Н., Зюбанова Т.И., Апенышева М.В., Кравец А.В. Влияние бактерий рода *Pseudomonas* на активность пероксидазы в растениях пшеницы при инфицировании *Bipolaris sorokiniana* // Физиология растений. – 2018. – Т. 65. – № 5. – С. 366–375.

<https://doi.org/10.26898/2026-64>
УДК 631.811.93

КРЕМНИЙ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ШПРЕНГЕЛЯ – ЛИБИХА

Ибатуллин И.М., аспирант

Научный руководитель – Гилязов М.Ю., д-р с.-х. наук, проф.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

e-mail: kandidatagrotat@gmail.com

Аннотация. Кремний вписывается в теорию минерального питания, подчиняясь законам возврата и минимума. Авторы теории Шпренгель и Либих, основываясь на составе золы, считали кремний необходимым элементом, особенно для кремнеземистых растений. Лабораторные опыты Хельригеля с песчаными культурами и Сакса и Кнопа с водными культурами подтвердили минеральную теорию, но одновременно свели роль кремнию до ненужного балласта, так как не зафиксировали его положительного влияния на растения. Многолетние опыты на Ротамстедской станции показали отсутствие значимого эффекта от кремниевых удобрений в краткосрочном периоде и наличие выраженного положительного влияния в долгосрочной перспективе, особенно в условиях интенсивного земледелия и применения высокопродуктивных сортов. Результаты опытов также подтвердили догадку Либиха о силикатно-фосфатном синергизме – способности кремния разблокировать запасы фосфора в почве. Либих, будучи создателем первого в мире патентованного минерального удобрения с кремнием, заложил основы современной индустрии кремниевых удобрений.

Ключевые слова: кремний, кремнезем, Шпренгель, Либих, теория минерального питания, элемент, растение, почва, опыт, Ротамстедская станция

Любому живому организму необходима пища. Культурные растения в этом плане не являются исключением и нуждаются в макро- и микроэлементах для роста и развития. Особое значение при этом играют макроэлементы, которые в наибольшей степени влияют на

метаболизм и определяют состав тканей. Переворот во взглядах на питание растений осуществили немецкие ученые Карл Шпренгель, создавший и опубликовавший в книге «Учение об удобрениях» [1] в 1828 году теорию минерального питания и Юстус фон Либих, популяризовавший и дополнявший ее в 1840 году в труде «Органическая химия в приложении к земледелию и физиологии» [2], в результате чего прежняя гумусовая теория была опровергнута. Шпренгель выделил вначале 12, а потом 20 необходимых растениям минеральных элементов, включая кремний.

Первооткрывателем кремния считается шведский химик Йёнс Якоб Берцелиус, который в 1823–1824 годах выделил чистый аморфный кремний [3], назвал его «силиций» (от лат. *silex* – кремнь) и описал свойства как нового химического элемента.

Однако Шпренгель в своих трудах использовал термин *Kieselerde* (кремнезем или кремниевая земля), а Либих наряду с ним еще и термин *Kieselsäure* (кремнекислота), так как для химиков той эпохи кремний (Si) был абстрактным лабораторным понятием, в то время как кремнезем (SiO_2) был реальным веществом, которое они взвешивали на весах после сжигания соломы и обработки золы кислотами. Либих писал, что кремнезем, наряду с фосфорной кислотой и калием «суть те минеральные основания, без которых не может существовать ни одно культурное растение... ибо вместе с истощением этих солей в почве исчезает жизнь, сила и само будущее народа» [4].

В настоящее время кремний относят к макроэлементам зольного типа с содержанием в золе культурных растений порядка 0,16–8,4%.

Шпренгель, а позднее Либих в рамках минеральной теории разделили все культурные растения на три фундаментальные группы по ключевому критерию – преобладанию определенного минерального элемента в составе золы. У «калиевых/щелочных растений» (корнеплоды, клубнеплоды) в золе преобладали соли калия; у «кальциевых/известковых растений» (бобовые) – соли кальция и магния, у «кремнекислых/кремнеземистых растений» (*Kieselpflanzen*) – кремнезем (диоксид кремния). К последней группе они отнесли растения с полым или жестким стеблем (злаки, бамбук, тростник и хвощи). Шпренгель писал, что «кремнезем принадлежит к числу тех минеральных веществ, которые растение поглощает в наибольших количествах; он составляет необходимую часть его твердого остова, без которого ни одно злаковое растение не может достичь своего полного развития» [5].

Эта классификация была интегрирована в саму структуру теории минерального питания растений в качестве главного расчетного механизма: химический состав золы являлся «генетическим кодом» потребностей вида, диктуя фермеру состав удобрений. На этом постулате базировался закон возврата, открытый Шпренглером и сформулированный Либихом: агроном был обязан вернуть в почву ровно те элементы и в тех пропорциях, которые были зафиксированы в золе собранного урожая. Таким образом, классификация по составу золы превратилась из химического наблюдения в жесткий аграрный закон. При этом Шпренглер и Либих были бескомпромиссными сторонниками принципа равнозначности всех питательных элементов (закон минимума), утверждая, что для растения нет важных и второстепенных элементов и если растению, например, нужен кремний, то никакое количество азота или калия не сможет его заменить.

Вдохновленный теорией минерального питания растений немецкий физиолог Герман Хельригель изначально применил метод «песчаных культур» (промытый песок + питательный раствор) в 1857–1872 годах в Дамме (Германия) на злаковых (овес, пшеница, ячмень), а с 1872 года в Бернбурге на сахарной свекле для изучения 9 основных элементов: в том числе кремния, вносимого в виде силиката калия и определяемого как кремнекислота [6]. Метод «песчаных культур» в целом подтвердил теорию минерального питания в плане необходимости

минеральных компонентов для развития растений. Однако в вегетативных опытах при оптимальном питании кремний не влиял на урожайность и полегание злаков, поэтому Хельригель считал его «необязательным» (случайным) элементом золы.

К аналогичному выводу пришли немецкие физиологи Юлиус Сакс и Вильгельм Кноп, которые в 1860 году разработали метод водной культуры, позволявший выращивать растения в растворах солей, полностью лишенных кремния [7]. В силу специфики водных культур не наблюдалось полегания злаков в растворах солей без кремния. Юлиус Сакс прямо заявлял, что кремний не является необходимым элементом питания даже для тех растений, чья зола им перенасыщена [8]. В целом опыты Сакса и Кнопа подтвердили теорию минерального питания, но Либих, как и к прецизионному методу Хельригеля, отнесся к ним с недоверием, назвав водные культуры «лабораторным курьезом». Научное сообщество в целом приняло теорию минерального питания Шпренгеля и Либиха, но в отношении кремния встало на сторону Хельригеля, Сакса и Кнопа, долгие годы рассматривая его в качестве балластного, ненужного растениям элемента.

Теория минерального питания нашла экспериментальное подтверждение не только в лабораторных, но и в полевых условиях на Ротамстедской опытной станции, открытой в 1843 году. Первые систематические многолетние полевые исследования кремния были там начаты в 1856 году. Изначально проводившие опыты английские ученые Лооз и Гилберт заметили, что растения с высоким содержанием Si полегали так же легко, как и без него, если почва была перенасыщена азотом. За полвека наблюдений в Ротамстеде содержание растворимой кремнекислоты в почве не снижалось ниже критического уровня, что они объясняли постоянным естественным выветриванием почвенных минералов. «Мы не находим доказательств того, что нехватка кремния в почве когда-либо лимитировала урожай зерна на наших полях», – писали английские исследователи [9]. Это привело Лооза и Гилберта к выводу, что кремний является случайным (балластным) элементом, поглощаемым пассивно вместе с водой, что среди прочего сказалось на отсутствии внимания к кремнию на многие десятилетия. Так как опыты в Ротамстеде продолжаются до сих пор, позднее выяснилось, что в фундаментальном смысле правы в отношении кремния оказались Шпренглер и Либих. Было показано, что «многолетнее истощение биодоступного кремния на участках с минеральной системой удобрения привело к снижению устойчивости пшеницы к абиотическим стрессам и ... стагнации урожайности на уровне 8–9 т/га» [10]. Также наблюдалось снижение прочности соломины у современных интенсивных сортов на «старых» делянках без внесения кремния, что вело к микрополеганию и затрудняло налив зерна. Перечисленные результаты позволили признать Si «ключевым элементом для здоровья сельскохозяйственных культур и стабильности стебля в условиях XXI века» [11].

Основываясь на открытом в середине XIX века английскими учеными Томасом Уэем и Гарри Томпсоном механизме ионного обмена Либих в 1862 году впервые сформулировал тезис о том, что «кремнекислота содействует переходу фосфорной кислоты из ее прочных соединений с железом и глиноземом в такое состояние, в котором она может быть воспринята корнями растений». Этот тезис нашел подтверждение в ходе экспериментов Лооза и Гилберта на Ротамстедской станции в 1848–1864 годах. Они описали силикатно-фосфатный синергизм в фундаментальном труде 1864 года [12] об опытах со злаковыми за 20 лет с полным химическим обоснованием и анализом золы. Этот успех Ротамстеда стал первым случаем в истории, когда агроинженерия доказала: внося один элемент (кремний), можно управлять доступностью другого (фосфора).

В 1828 году Шпренгель в труде «Учение об удобрениях» [1] высказал идею использования кремния в виде золы соломы и природных силикатов для удобрения полей.

В соответствии со своим пониманием теории минерального питания Либих в 1845 году разработал «Патентованное минеральное удобрение» (Liebig's Patent Manure), в состав которого входил кремний в виде силиката калия (растворимого стекла). И хотя удобрение Либиха оказалось неэффективным из-за отсутствия азота и нерастворимости входящих в него компонентов, был заложен фундамент современной индустрии кремниевых удобрений.

Авторы минеральной теории Шпренгель и Либих уделяли повышенное внимание кремнию, считая его незаменимым ключевым элементом. Лабораторные опыты Хельригеля, Сакса, Кнопа, в ходе которых они не зафиксировали практический эффект от кремния, привели к тому, что они сочли Si необязательным балластом для растений, вследствие чего интерес к этому элементу упал на многие годы. Многолетние опыты на Ротамстедской станции доказали, что кремний не является бесполезным балластом и подчиняется законам минимума и возврата, будучи органически встроенным в теорию минерального питания. Это имеет особое значение в условиях интенсивных технологий и высокопродуктивных сортов, применяемых в современном земледелии.

Список литературы

1. Sprengel C. Die Lehre vom Dünger: oder Beschreibung aller bei der Landwirthschaft gebräuchlichen vegetabilischen, animalischen und mineralischen Düngermaterialien, nebst Erklärung ihrer Wirkungsart. - Leipzig: List, 1828. - 456 S.
2. Liebig J. Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. - Braunschweig: Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, 1840. - 352 S.
3. Berzelius J.J. Untersuchungen über die chemischen Verwandtschaften // Annalen der Physik und Chemie. - 1824. - Bd 77. - H. 6. - S. 169–230.
4. Liebig J. von. Chemische Briefe. - Heidelberg: Winter, 1844. - Brief 12.
5. Sprengel C. Agronomie: oder die Lehre vom Ackerbau und der hievon abhängigen Landes-Cultur. - Berlin: Reimer, 1831. - Bd 1.
6. Hellriegel H. Die Methode der Sandkultur. - Berlin: Verlag von Paul Parey, 1883. - 214 S.
7. Knop W. Die Bonitirung der Ackererde. - Leipzig: H. Haessel, 1871. - 214 S.
8. Sachs J. Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. - Leipzig: Wilhelm Engelmann, 1882. - 991 S.
9. Lawes J.B., Gilbert J.H. On the Composition of the Ash of Wheat-Grain, and Wheat-Straw, Grown at Rothamsted, in Different Seasons, and by Different Manures. - London: Harrison and Sons, 1884. - 105 p.
10. Struyf E. et al. The Effects of 180 Years of Continuous Cropping on Soil Silicon Fractions // Global Biogeochemical Cycles. - 2023. - Vol. 37. - No. 4. - Art. e2022GB007604.
11. The Broadbalk Wheat Experiment: handout 2024. - Harpenden: Rothamsted Research, 2024. - 12 p.
12. Lawes J.B., Gilbert J.H. Report of Experiments on the Growth of Wheat for Twenty Years in Succession on the Same Land. - London: Harrison and Sons, 1864. - 215 p.

ОСОБЕННОСТИ ФИТОСАНИТАРНОЙ СИТУАЦИИ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Иванова И.А., с.н.с.,

Кудашкин П.И., канд. с.-х. наук, с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: iinnaa_1976@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты наблюдений за развитием болезней при применении азотно-фосфорных удобрений, мочевины и фунгицидной обработки на разных сортах яровой пшеницы. Исследования проводились в условиях 2025 года на базе опытного поля СФНЦА РАН в Новосибирской области.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорта, удобрения, фунгицид, болезни растений, корневые гнили, аэрогенные инфекции, урожайность

Уровень урожайности и качества зерна пшеницы, как и большинства сельскохозяйственных культур, определяется сочетанием многочисленных факторов, таких как погодные условия периода вегетации, генетические особенности возделываемых сортов, потенциал почвенного плодородия и т.п. [1]. Помимо перечисленных факторов, важнейшая роль отводится технологии возделывания и эффективной системе защиты растений от вредных организмов [2, 3]. Среди фитосанитарных проблем в технологиях возделывания яровой пшеницы особую значимость имеют болезни, которые ежегодно снижают урожайность пшеницы до 25% (корневые гнили) – 50% (листочечные инфекции), вызывая изреживание посевов, угнетение роста, нарушение динамики органогенеза растений, ухудшение формирования элементов структуры урожайности, значительное снижение качества продукции [4, 5]. В связи с необходимостью фитосанитарной оптимизации, актуальным являлось изучение влияния сортовых особенностей, внесения азотного удобрения и фунгицидной обработки на развитие болезней яровой пшеницы.

Полевые исследования выполняли в лесостепной зоне Новосибирской области на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института земледелия, биологизации и цифровизации СФНЦА РАН в 2025 году.

Оценку фитосанитарного состояния проводили на двух сортах мягкой яровой пшеницы Новосибирская 41 и Суенга (новый сорт). Опыт по испытанию двух уровней агрохимической нагрузки на агроценоз двух сортов яровой мягкой пшеницы был заложен по следующей схеме: 1) контроль (без применения удобрений); 2) $N_{90}P_{52}$; 3) $N_{90}P_{52}$ + мочевина + $MgSO_4$.

Пшеницу высевали по пару сеялкой СЗС-2,1 (с анкерными сошниками), норма высева 6 млн зерен/га. Семена протравливали фунгицидным протравителем Дивиденд Экстрим, КС (д.в. Дифенокназол, 92 г/л + Мефеноксам, 23 г/л), норма расхода препарата 0,8 л/т. В период вегетации (фаза флаг-лист начало колошения) половина посевов обрабатывали фунгицидом по вегетации Титул Трио, ККР (д.в. Тебуконазол, 160 г/л + Пропиконазол 80 г/л + Ципроконазол, 80 г/л) тракторным опрыскивателем ОП-600 (0,6 л/га). Оценку пораженности растений обыкновенной корневой гнилью [6] проводили на 50 раст./вариант. Наблюдения за развитием аэрогенных инфекций [7, 8] проводили в динамике (10 раст. × 10 точек/опытную делянку при $S = (2,1 \times 9) = 18,9 \text{ м}^2$, $n = 100$). Отбор образцов и оценку пораженности листьев проводили

согласно рекомендациям по проведению фитосанитарного мониторинга [8, 9]. Уборка опыта - прямым комбайнированием, с пересчетом на 14%-ю влажность, т/ га. Статистическую обработку данных осуществляли при помощи пакета прикладных программ Snedecor [10], Statistica 7.0, Excel 2013.

По метеорологическим данным условия года были умеренно увлажненными, что повлияло на развитие и распространение болезней. Переизбыток осадков во второй декаде мая способствовал накоплению почвенной инфекции, поражающей корневую систему растений пшеницы, а повышенный приход атмосферной влаги в августе усиливал развитие аэрогенных болезней.

Пораженность корневой системы пшеницы корневыми гнилями (возб. – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, грибы *Fusarium* spp., *Alternaria tenuis* Nees et Fr) выявляли в фазу кущения и молочно-восковой спелости культуры по вариантам удобрённости. Сорта поражались примерно одинаково. В фазе кущения пораженность корневой системы снижалась (ИРБ_{N0} = 9,6 и 7,0%), если семена высевали по удобрённым вариантам – в 2,4; 2,6 раза - на варианте N₉₀P₅₂ и в 4,0 и 1,8 раза - N₉₀P₅₂ + мочевины + MgSO₄. Эта же тенденция наблюдалась и к концу вегетации, но в меньшей мере. В условиях текущего года, на сорте Суенга, заболеваемость к концу вегетации на контрольном варианте достигала 18,1%, а по фону N₉₀P₅₂ + мочевины + MgSO₄ + Титул Трио, ККР (0,6 л/га) - 7,3%, что ниже в 1,5 раза таковой у Новосибирская 41. Частота встречаемости симптомов заболевания во всех вариантах опыта составила 98-100% (кущение, молочно-восковая спелость), что говорит о примерно одинаковой восприимчивости сортов к поражению возбудителями корневой гнили (табл. 1).

Таблица 1

Развитие и распространенность обыкновенной корневой гнили в посевах сортов яровой пшеницы, защищенной от почвенно-семенной инфекции

Удобрение и средства защиты растений		Новосибирская 41				Суенга			
		кущение		молочно-восковая спелость зерна		кущение		молочно-восковая спелость зерна	
		R	P	R	P	R	P	R	P
N ₀ (контроль)	ПИГ	9,6	100	15,3	100	7,0	100	18,1	100
	ПИГФ			12,3	100			15,0	100
N ₉₀ P ₅₂	ПИГ	4,0	98	9,8	100	2,7	100	8,4	98
	ПИГФ			8,4	100			7,8	100
N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄	ПИГ	2,4	98	10,7	100	3,8	100	7,3	100
	ПИГФ			5,0	100			5,4	100

Примечание. Здесь и далее: R – индекс развития болезни, %; P – распространенность, %; ПИГ – протравливание семян + обработка растений инсектицидом и гербицидом; ПИГФ – протравливание семян + обработка растений инсектицидом, гербицидом и фунгицидом.

Наблюдения показали, что фитосанитарная ситуация зависела от сорта. В посевах яровой пшеницы из аэрогенных болезней доминировала бурая ржавчина (*Puccinia recondite*). К началу молочной спелости на сорте Новосибирская 41 индекс развития болезни составил R = 9,64-14,2%, распространенность достигала 90-98%, на Суенге развитие болезни было выше в 1,1-2,1 раза (R = 14,5-24,8%), при распространенности 98-100%. Удобрения снижали развитие бурой ржавчины на фоне N₉₀P₅₂ в 1,5 раза, N₉₀P₅₂ + мочевины + MgSO₄ - в 1,1 на сорте Новосибирская 41; на Суенге - в 1,2 и 1,7 раза соответственно. Ощутимая разница наблюдалась и в развитии септориоза (spp. *Septoria*). На Суенге индекс развития болезни был выше, относительно сорта Новосибирская 41 - в 2,2-5,4 раза, при 98-100% распространенности. На Новосибирской - 41 на фоне N₉₀P₅₂ септориоз увеличивался в 1,8 раза, а на N₉₀P₅₂ + мочевины + MgSO₄ - в 1,1, на Суенге на фоне N₉₀P₅₂ эти показатели снижались в 1,3 раза, на N₉₀P₅₂ + мочевины + MgSO₄ в 2,1.

Мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC) Speer) в этот год развивалась слабо на обоих сортах. Наблюдалась тенденция в повышении этого заболевания на сорте Новосибирская 41 в 1,1-1,7 раза относительно сорта Суенга. На удобренных вариантах на обоих сортах не наблюдалось существенных различий в увеличении данного заболевания.

Применение фунгицида регулировало фитосанитарную ситуацию по всем болезням. Биологическая эффективность в среднем по сортам и по фонам удобренности составила 84,0-99,1% (табл. 2).

Таблица 2

Пораженность сортов пшеницы аэрогенными болезнями в зависимости от уровня защиты и внесенного азотно-фосфорного удобрения

Средства защиты растений	Внесенное удобрение	Бурая ржавчина		Септориоз		Мучнистая роса	
		<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>
Новосибирская 41							
ПИГ	N ₀	14,2	98,0	2,84	100	8,04	82,0
	N ₉₀ P ₅₂	9,64	92,0	5,08	96,0	9,4	68,0
	N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄	12,6	90,0	3,24	98,0	8,2	76,0
ПИГФ	N ₀	1,94	74,0	0,34	68,0	0,36	56,0
	N ₉₀ P ₅₂	1,54	64,0	0,94	82,0	0,08	66,0
	N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄	1,06	68,0	0,32	92,0	0,5	32,0
Суенга							
ПИГ	N ₀	24,8	98	15,4	100	5,8	94,0
	N ₉₀ P ₅₂	20,6	100	12,02	98,0	8,4	86,0
	N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄	14,5	98	7,26	100,0	4,8	80,
ПИГФ	N ₀	1,8	66	0,62	94,0	0,46	30,0
	N ₉₀ P ₅₂	1,26	54	0,18	70,0	1,16	22,0
	N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄	0,68	36,0	0,6	60,0	0,22	14,0

Минеральные удобрения существенно повышали урожайность яровой пшеницы обоих сортов (табл. 3).

У Новосибирской 41, выращиваемой на ПИГ с внесением N₉₀P₅₂ и N₉₀P₅₂ + с мочевиной и MgSO₄ прибавка составила 0,44 и 0,61 т/га. На ПИГФ эти показатели достоверно увеличивались на 0,60 и 0,70 т/га. У сорта Суенга (относительно Новосибирской 41) прибавки были ниже – 0,38 и 0,59 т/га (N₀P₀ + ПИГ), на ПИГФ с удобрениями – 0,45 и 0,60 т/га. В итоге по сортам от основного удобрения (N₉₀P₅₂) прибавки по урожайности у Новосибирской – 41 составили 0,52 т/га, Суенги – 0,42 т/га, подкормки по листу мочевиной дополнили прирост урожая на 0,14 и 0,18 т/га.

Таблица 3

Влияние агрохимических средств на урожайность яровой пшеницы, т/га

Сорт	Уровень защиты растений	Удобрения			Средние по фактору удобрений
		N ₀ P ₀	N ₉₀ P ₅₂	N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄	
Новосибирская 41	ПИГ	3,43	3,87*	4,04*	3,78
	ПИГФ	3,49	4,09*	4,19*	3,92
	средние	3,46	3,98	4,12	3,85
	НСР ₀₅ для частных средних	0,24			
Суенга	ПИГ	3,00	3,38*	3,59*	3,32
	ПИГФ	3,10	3,55*	3,70*	3,45
	средние	3,05	3,47	3,65	3,39
	НСР ₀₅ для частных средних	0,19			
Средние по вариантам факторов: <i>сорт</i> : 1) Новосибирская 41 = 3,85 т/га; 2) Суенга = 3,39 т/га; <i>защита</i> : 1) ПИГ = 3,55 т/га; 2) ПИГФ = 3,69 т/га; <i>удобрение</i> : 1) N ₀ P ₀ = 3,26т/га; 2) N ₉₀ P ₅₂ = 3,72 т/га; 3) N ₉₀ P ₅₂ + мочевины + MgSO ₄ = 3,88 т/га					
НСР ₀₅ по сортам и факторам уровень защиты и удобренности = 0,39 и 0,46					

Список литературы

1. Санин С.С. Фитосанитарная экспертиза зернового поля и принятие решений по опрыскиванию пшеницы фунгицидами // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». - 2016. - № 5. - С. 83–88.
2. Система защиты растений в ресурсосберегающих технологиях / под ред. В.В. Немченко. - Куртамыш, 2011. - 524 с.
3. Власенко Н.Г. К вопросу об агротехнологиях вообще и фитосанитарных технологиях в частности // Вестник защиты растений. - 2008. - № 2. - С. 3–10.
4. Разина А.А., Луценко С.А., Корзинников Ю.С. Экологический метод снижения вредоносности корневой гнили яровой пшеницы в Предбайкалье // Вестник ИРГСХА. - 2008. - № 30. - С. 14-18.
5. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. - М.: Агрорус, 2016. - 288 с.
6. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков Сибири. - Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1973. - 109 с.
7. Практикум по агрохимии: учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. В.Г. Минеева. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 689 с.
8. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие / под ред. Е.Е. Радченко. - М., 2008. - 433 с.
9. Болезни зерновых колосовых культур: рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга. - М., 2010. - 137 с.
10. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. - 2-е изд. - Новосибирск, 2012. - 282 с.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТНОГО АЗОТА В ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ПЯТИПОЛЬНОГО СЕВООБОРОТА

Илюшкина О.В., канд. с.-х. наук

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма,
Симферополь, Россия
e-mail: olga-cheboha@mail.ru

Аннотация. Исследована динамика содержания нитратного азота в черноземе южном в условиях пятипольного севооборота, организованного по технологии прямого посева, в степной зоне Крымского полуострова за период 2017–2024 гг. Целью работы являлся анализ зависимости содержания $N-NO_3$ от климатических факторов (температура, осадки) и агрохимических. Установлена статистически значимая зависимость между исследуемыми переменными. Показано, что наибольшее влияние на накопление нитратного азота оказывает содержание органического вещества (гумуса), тогда как на продуктивность севооборота доминирующее влияние оказывают осадки. Разработаны регрессионные модели для прогнозирования продуктивности и содержания $N-NO_3$.

Ключевые слова: прямой посев, нитратный азот, чернозем южный, севооборот, корреляционный анализ

Введение. Современное сельское хозяйство, стремясь к повышению устойчивости и снижению деградации почв, активно внедряет ресурсосберегающие технологии, среди которых технология прямого посева занимает одно из ключевых мест [2]. Переход на No-Till обеспечивает сохранение влаги, минимизацию эрозии и накопление почвенного органического вещества. Однако трансформация агроэкологической системы, вызванная отказом от механической обработки, неизбежно влияет на процессы трансформации и подвижности азота, в частности, нитратного азота [3, 5].

В системе прямого посева, где отсутствует рыхление, меняется режим аэрации, влажности и температуры в приповерхностном слое почвы. Это напрямую влияет на активность почвенной микрофлоры, ответственную за аммонификацию и нитрификацию. Изучение динамики $N-NO_3$ в таких условиях критически важно, поскольку нитраты – наиболее подвижная и легко вымываемая форма азота, а их избыток или дефицит напрямую сказывается на эффективности использования внесенных удобрений и экологической безопасности агроценоза [6].

Накопленные данные по динамике $N-NO_3$ в зависимости от климатических (температура, осадки) и агрохимических факторов в рамках многолетнего севооборота позволяют [1]:

1. Разработать прогностические модели для оптимизации азотного питания в условиях меняющегося климата.
2. Оценить эффективность использования удобрений и минимизировать потери азота в специфических почвенно-климатических условиях южного региона.
3. Определить пороговые значения факторов, при которых достигается оптимальное накопление $N-NO_3$ для обеспечения заданной продуктивности в системе No-Till.

Таким образом, данное исследование является своевременным и актуальным, поскольку оно направлено на количественную оценку сложных агрохимических процессов в аридной зоне

при внедрении ресурсосберегающей технологии, что имеет важное значение для повышения эффективности земледелия и экологической устойчивости агроландшафтов.

Цель работы – анализ динамики содержания нитратного азота при использовании технологии прямого посева в системе пятипольного севооборота на почве – чернозем южный.

Задачи исследования:

1. Установить зависимость динамики содержания нитратного азота от среднегодовой температуры окружающей среды, количества выпавших за год осадков, содержания органического вещества в почве.

2. Построить и проанализировать регрессионные модели, описывающие взаимосвязь продуктивности и содержания $N-NO_3$ с климатическими и почвенными факторами [2].

Объект и условия проведения исследований. Опытные участки располагались в степной зоне Крымского полуострова, для которой характерны теплые и засушливые погодные явления. Исследования проводились в системе пятипольного севооборота, организованного по технологии прямого посева [1]: горох – озимая пшеница – лен масличный – ячмень озимый – сорго зерновое.

Внесение удобрений осуществлялось при посеве сеялкой ДОН-114 (аммофос – 60 кг д.в./га), а весной дополнительно вносилась аммиачная селитра (30 кг д.в./га, РУМ – 1000).

Анализ среднегодовых погодных условий за период 2017–2024 гг. показал, что среднегодовая температура составляла около $+10,5$ °С (максимум $+27,6$ °С в июле, минимум -2 °С в январе). Годовое количество осадков варьировалось от 282,0 до 509,0 мм, что в среднем на 66–68% ниже средних многолетних значений для данной зоны. Анализ образцов почв (слои 0–10, 10–20, 20–30 см) осуществлялся в лаборатории агрохимических исследований ФГБУН «НИИСХ Крыма».

Результаты и обсуждение. Проведенный корреляционный анализ выявил тесную связь между продуктивностью севооборота и климатическими факторами. Коэффициент корреляции между продуктивностью и осадками составил 0,79, в то время как связь с температурой была слабее 0,21. На основе анализа была получена модель множественной регрессии, описывающая продуктивность через температуру (x) и осадки (y) (формула 1):

$$\text{Продуктивность, т/га} = 9,8525 - 0,9559 \cdot x_1 + 0,0391 \cdot x_2. \quad (1)$$

Модель прогнозирует продуктивность с точностью до 82,0%.

Данные подтверждают, что в условиях степной зоны Крыма продуктивность агроценоза в первую очередь лимитируется влагообеспеченностью. Для достижения продуктивности севооборота свыше 2,00 т/га требуется не менее 500 мм осадков в год. При повышении средней годовой температуры до $13,5$ °С продуктивность возрастает до 1,70 т/га, хотя высокий уровень температур зачастую сопровождается дефицитом осадков.

Анализ содержания $N-NO_3$ в слое 0–10 см показал, что высокое содержание (более 15 мг/кг) фиксировалось в 2018, 2021, 2023 и 2024 годах. В более глубоких слоях (10–20 и 20–30 см) высокая концентрация наблюдалась преимущественно в 2024 году. В 2020, 2021 и 2022 годах в нижних слоях (20–30 см) отмечалось очень низкое содержание (менее 5,0 мг/кг).

Модель множественной регрессии, связывающая $N-NO_3$ с температурой (x_1) и осадками (x_2) в слое 0–30 см, имеет вид (формула 2):

$$N-NO_3 = -68,2578 + 0,00228 \cdot x_1 + 6,1086 \cdot x_2. \quad (2)$$

Агрохимический и статистический анализ показал, что с увеличением годовых осадков содержание $N-NO_3$ растет, но до определенного предела. Температура воздуха оказывает более сильное влияние на накопление нитратов. Оптимальные условия для накопления $N-NO_3$ (в пределах необходимой агрохимической градации) достигаются при среднегодовой температуре $13,0$ – $14,2$ °С и годовом количестве осадков не менее 400 мм.

Заключение. В ходе изучения динамики нитратного азота в пятипольном севообороте при прямом посеве выявлено, что накопление $N-NO_3$ статистически значимо зависит от продуктивности, климатических показателей и содержания гумуса. Наиболее существенное влияние на аккумуляцию нитратов оказывает содержание органического вещества. Для аридных черноземов южных критически важно балансировать внесение удобрений с учетом влагообеспеченности, чтобы избежать как дефицита, так и потерь подвижных форм азота.

Список литературы

1. Галеева Л.П. Основы математической статистики в исследованиях по агрохимии и агропочвоведению: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: Золотой колос, 2016. – 73 с.
2. Иванов А.Л., Столбовой В.С. Инициатива «4 промилле» – новый глобальный вызов для почв России // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. - 2019. - Вып. 98. - С. 185–202. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-98-185-202.
3. Иванов А.Л., Белобров В.П., Дридигер В.К., Юдин С.А. Прямой посев - технология, восстанавливающая деградированные свойства черноземов // Сельскохозяйственный журнал. - 2025. - № 1 (18). - С. 23-47.
4. Илюшкина О.В., Гонгало А.А. Изменение содержания органического вещества черноземов южных под влиянием разных способов обработки почвы в севооборотах в условиях степной зоны полуострова Крым // Агрохимия. – 2025. – № 9. С. 18-24. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82860629>.
5. Исаев В.А., Белобров В.П., Иванов А.Л. Динамика факторов почвообразования и их влияние на технологию земледелия в Каменной степи // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. - 2020. - Вып. 104. - С. 5-30. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-104-5-30.
6. Николаев Е.В., Изотов А.М., Тарасенко Б.А. Растениеводство Крыма. - Симферополь: Фактор, 2006. - 352 с.
7. Хитров Н.Б., Никитин Д.А., Иванова Е.А., Семенов М.В. Пространственно-временная изменчивость содержания и запасов органического вещества почвы: аналитический обзор // Почвоведение. - 2023. - № 12. - С. 1493–1521.

<https://doi.org/10.26898/2026-67>
УДК 001:63(571.6)

ПОДВИГ АГРАРНОЙ НАУКИ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Илюшкина О.В., канд. с.-х. наук

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма,
Симферополь, Россия
e-mail: olga-cheboha@mail.ru

Аннотация. В статье представлены факты из различных исторических источников, характеризующие подвиг людей, находящихся в тылу и внесших неоценимый вклад в продовольственную безопасность страны. Аграрные ученые также внесли весомый вклад в победу, изучалось растительное сырье для получения важных витаминов и лекарств, проводилось обучение населения и крестьян по основам возделывания важных сельскохозяйственных культур, велась работа по расширению посевных площадей, по выявлению наиболее плодородных земель и по внедрению ресурсосберегающих технологий. В годы великой отечественной войны произошло объединение всех слоев общества в единое

целое, а все силы были брошены для победы Красной Армии. Ученые наряду с фронтовиками совершали подвиги ради будущего страны.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, аграрная наука, сельское хозяйство, подвиг, селекция, пищевая промышленность, мобилизация, экономика, адаптация

Заклученный 23 августа 1939 года пакт Молотова – Риббентропа, предусматривавший «воздержание о нападении друг на друга, а также отказ от союзных отношений с другими державами», был нарушен в одностороннем порядке путем вторжения гитлеровских войск на территорию советского союза в четыре часа утра по московскому времени 22 июня 1941 года. Ранее до данного события 18.12.1940 года Гитлером был утвержден военный план № 21 по захвату советской территории, носивший название «Барбаросса», предполагавший молниеносный разгром и капитуляцию Красной Армии [1, 7].

В отношении советского народа требовалось проводить террористические действия с особой жестокостью. Главный идеолог, государственный и политический деятель нацистской Германии Розенберг выдвигал развитие «четырёх больших блоков» – Великая Финляндия, Прибалтика, Украина и Кавказ, а также вся территория советского союза вплоть до Урала, коренное население данных территорий предполагалось полностью истребить и заменить немецкими колонистами [2].

Гитлер на совещании в ставке: «Создание военной державы западнее Урала не может снова стать в повестку дня, хотя бы нам для этого пришлось воевать сто лет. Все последователи фюрера должны знать: империя лишь тогда будет в безопасности, если западнее Урала не будет существовать чужого войска. Защиту этого пространства от всяких возможных опасностей берет на себя Германия. Железным законом должно быть: никогда не должно быть позволено, чтобы оружие носил кто-либо иной, кроме немцев... Только немец вправе носить оружие, а не славянин, не чех, не казак и не украинец» [1, с. 158].

К дате нападения фашистскими войсками на СССР под гнетом нацистов уже находились такие страны Европы, как: Польша, Чехословакия, Франция, Норвегия, Голландия, Дания, Бельгия, Венгрия, Румыния, Болгария, Греция. Дословная цитата из книги «История Отечественной войны 1941-1945 гг.»: «Везде, где ступал сапог фашиста, вырастал лес виселиц, появлялись концентрационные лагеря и еврейские гетто, лилась кровь мужественных борцов за свободу» [1, 5, 6].

Перед сельским хозяйством также ставились обширные задачи, прежде всего связанные с увеличением посевных площадей до максимальных объемов именно в восточной части территории, поэтому под урожай 1942 года. Прежде всего необходимо было вводить земли, пригодные для самотечного орошения для возделывания преимущественно таких культур, как пшеница, картофель, овощи, кок-сагыз [2].

Осень 1941 года выдалась очень тяжелой, полученный урожай не успевали убирать, появилась угроза либо полного осыпания зерна (на юге страны), либо его гибель от заморозков (северная часть страны – Урал, Сибирь и т.д.). На уборку урожая подключали всех от школьников до городских коммунистов и добровольцев. Однако труженики полей проявляли трудовой героизм и колхозники и крестьяне на оккупированных врагом территориях под огнем самоотверженно убрали урожай. Катастрофически не хватало горючего, однако крестьяне проявляли смекалку и цепляли на уборочные машины по несколько механизмов, позволяющих вести уборку зерна, сборку обмолоченных колосьев и соломы, а также производить лущение стерни. Так, в Новосибирской области комбайнер И.А. Многолетний из Юдинской МТС сцепом

трех комбайнов «Сталинец» собрал урожай с 2250 га, сэкономив при этом значительный объем горючего. Большинство сельскохозяйственных работ происходило вручную, используя при уборке серп и косу. В Тюкалинском районе Омской области в артели под названием «Верный путь» на ручной уборке хлеба колхозники выполняли норму на 300-350 %, скашивали лобогрейками по 2,0-2,5 установленной нормы [2, 3].

В период с 8 сентября 1941 г. по 27 января 1944 г. длилась блокада Ленинграда, однако даже в таких сложных военных условиях ученые всех отраслей вели самоотверженную работу, совершая поистине военные подвиги. Важным способом поддержания иммунитета организма было разработанное профессором А.Д. Беззубовым получение витамина С из хвои, помогали ему ученые Ботанического института Академии наук СССР. Ученые зоологического института всеми силами охраняли коллекцию зоологического музея зимой 1942 г. умерло 11 ученых от голода. Все ученые блокадного Ленинграда наравне с простыми людьми страдали от голода и истощения, на протяжении целого периода блокады все заседания начинались с сообщения о смерти ученых, а на досках объявления вывешивались приказы о смерти [3, 8].

Известный ученый мирового значения Николай Иванович Вавилов (1887-1943) являлся главным организатором ботанико-агрономической экспедиции по всему миру, уже к 1940 году собранная коллекция культурных растений насчитывала порядка 250 тыс. образцов и стала первой в мире главной базой сформированного банка генов, найдя широкое применение в селекционной практике. По имеющимся историческим данным, А. Гитлер сформировал специальную команду СС для уничтожения главной коллекции, которая хранилась в ленинградском Всероссийском институте растений (на сегодняшний день Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)» в Санкт-Петербурге) [9].

Оккупированная западная часть СССР все силы отдавала для уничтожения врага, поэтому основные ресурсы как производственные, так и научные были перенесены на территорию Урала и Сибири. Из мавзолея тело Ленина было перевезено в Тюмень, где хранилось в сельскохозяйственном техникуме. Научные учреждения эвакуированы в различные регионы СССР: например, Тимирязевскую академию эвакуировали в Самарканд, Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) – в Пермь, Федеральный исследовательский центр животноводства им. Л.К. Эрнста (ВИЖ), а также Всесоюзную академию сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ) – в Омск. В этот же период в Омске работал президент ВАСХНИЛ Лысенко Тимофей Дмитриевич, помимо этого его деятельность осуществлялась в Красноярском крае, Казахстане, т.е. в регионах, которые стали житницами на военный период.

В Челябинской области под руководством И.Е. Ульмана выработали схему перевода тракторов на керосин, после чего было создано серийное производство газогенераторных установок [4, 5]

Селекционеры также трудились над выведением высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, в Саратовской области по достоинству оценили сорт пшеницы Альбидум-43, который отличался повышенной засухоустойчивостью, скороспелостью и давал прибавку урожая зерна в 4,5 ц/га [10].

Селекционеры Омского сельскохозяйственного института также работали в военное время над выведением новых сортов, в результате были районированы сорта различных сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы – Степь, озимой ржи – Омка зеленозерная, яровой пшеницы – любимый сорт Т.С. Мальцева Цезиум 111, ячменя – Боец, овес –

Омский 6922. В военные годы проводилась работа над созданием пшенично-пырейного гибрида под руководством селекционера Н.В. Цицина, ученые еще в довоенные годы собрали местные дикорастущие виды многолетних трав и работали над их скрещиванием. В ходе данных работ положительные результаты по получению пшенично-пырейного гибрида многолетней пшеницы не выявлены. Однако были выведены различные сорта многолетних трав, среди которых на Тарской опытной станции получен сорт клевера – Тарский местный, сорт тимофеевки – Тимофеевка местная [11].

Большой вклад в агрохимическое изучение используемых земель и первоочередное введение их в оборот внес агрохимик Дмитрий Николаевич Прянишников, под его руководством в Таджикистане было введено в оборот дополнительно 13 млн. га земель, а в 1943 г. возглавил кафедру агрохимии МГУ [11].

Заключение. Не смотря на все сложности выпавшие на долю страны и в частности агропромышленного комплекса, работающие в нем граждане СССР общими усилиями, с учетом жесткой экономии, сумели организовать бесперебойную поставку продовольствия на фронт, а также удовлетворять самые необходимые нужды трудящихся занятых в других промышленных отраслях. Ученые СССР даже в годы суровых испытаний проявляли все свои лучшие навыки, самоотверженно трудились над поставленными задачами. Общими усилиями ковалась победа, селекционеры стремительно работали над выведением и адаптацией новых сортов, инженеры в области механизации над созданием новых видов выработки энергии, землеустроители над созданием новых карт для расширения посевов, ученые направления земледелия – разрабатывали новые ресурсосберегающие агротехнологии, агрохимики и почвоведы – выявляли наиболее плодородные земли с целью большего получения урожая.

Список литературы

1. Деборин Г.А., Заставенко Г.Ф., Лекомцев Г.З. и др. История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941-1945: в 6 т. – М., 1960. – Т. 1: Подготовка и развязывание войны империалистическими державами. – 483 с.
2. Андреев П.П., Баграмян И.Х., Барбашин И.П. и др. История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941-1945: в 6 т. – М., 1961. – Т. 2: Отражение советским народом вероломного нападения фашистской германии на СССР. Создание условий для коренного перелома в войне (июнь 1941 г. – ноябрь 1942 г.). – 679 с.
3. Абаева Л.П., Ачкасов В.И., Воробьев Ф.Д. и др. История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941-1945: в 6 т. – М., 1961. – Т. 3: Коренной перелом в ходе Великой Отечественной войны (ноябрь 1942 г. – декабрь 1943 г.). – 656 с.
4. Альтогвзен М.Л., Андрианов В.Н., Басов А.В. и др. История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941-1945: в 6 т. – М., 1962. – Т. 4: Изгнание врага из пределов советского союза и начало освобождения народов Европы от фашистского ига (1944 год). – 731 с.
5. Андрианов В.Н., Богатырь З.А., Богущ Е.Ю. и др. История Великой Отечественной войны Советского Союза 1941-1945: в 6 т. – М., 1965. – Т. 6: Итоги Великой Отечественной войны. – 613 с.
6. Канун и начало войны: документы и материалы / сост. Л.А. Киршнер. - Л.: Лениздат, 1991. - 431 с.
7. Нюрнбергский процесс: сб. материалов: в 8 т. / сост. М.Ю. Рагинский, К.С. Павлищев; науч. ред. Н.С. Лебедева, В.Д. Ежов. – М., 1987-1988. - Т. 2. - 672 с.
8. Кольцов А.В. Ученые Ленинграда в годы блокады (1941-1943). – М.; Л., 1962. – 144 с.

9. Прингл П. Николай Вавилов. Ученый, который хотел накормить весь мир и умер от голода = Pringl P. The Murder of Nikolai Vavilov. The Story of Stalin's Persecution of One of the Great Scientists of the 20th Century. – М.: Альпина Паблишер, 2022. – 454 с.
10. Широков Г.А. Научные изыскания ученых сельскохозяйственной науки в годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. // Вестник Самарского государственного университета. - 2007. - Т. 55. - № 5. - С. 210-214.
11. Храмцов И.Ф., Кошелев Б.С. Развитие сельскохозяйственной науки в Омском регионе: моногр. – Омск; М., 1979.

<https://doi.org/10.26898/2026-68>
УДК 635.654.3

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Казакова О.А.¹, канд. биол. наук, доцент,
Довлетов И.Я.², магистрант,
Солянкин Н.Д.¹, магистрант

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
Новосибирск, Россия
e-mail: kazakova.o@list.ru

Аннотация. Цель работы состояла в изучении фитосанитарных качеств семян различных сортов озимой пшеницы, выращиваемых в условиях Новосибирской области. К материалам исследований отнесены семена сортов Бириоза, Досконала, Изаура, Розкишна, Алексеич, Памяти Чекурова, ЭН Воин, ЭН Марс, ЭН Персей, ЭН Альбирео, ЭН Фотон, ЭН Цефей. Исследования проводили методом влажных рулонов по ГОСТ 12044-93. В патогенный комплекс семян озимой пшеницы входили *Bipolaris sorokiniana*, грибы родов *Alternaria* и *Fusarium*. Зараженность семян исследуемых сортов грибом *Bipolaris sorokiniana* была ниже пороговых значений и достигала максимально 2%. Зараженность семян различных сортов грибами рода *Fusarium* составила от 3 до 27%. Среди всех выявленных грибов доминировали условно патогенные виды рода *Alternaria*. Минимальная пораженность (заселенность семян) указанным родом достигала 26%, максимальная - 72%. Для оздоровления семян от возбудителей болезней необходимо сочетать применение агротехнических и оперативных методов защиты растений.

Ключевые слова: болезнь, семена, озимая пшеница, сорта, фитопатоген, возбудитель, *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria* spp.

Актуальность. Одной из наиболее опасных групп заболеваний озимой пшеницы являются инфекции, возбудители которых передаются из года в год через семена. Недобор урожая от таких болезней составляет ежегодно более 15%. При сильном поражении фитопатогенами семена становятся невсхожими и теряют свое значение как посевной материал. При слабом поражении снижается энергия прорастания, задерживается появление всходов и развитие растений, посевы становятся изреженными, растения ослабленными, в связи с чем значительно уменьшается не только урожай, но и снижается его качество [1]. Иногда пораженные семена имеют высокую всхожесть, жизнеспособность и при этом несут в себе

возбудителя, который, не влияя непосредственно на качество семян, может впоследствии поражать посевы и вызывать значительные потери продукции [2]. Возбудители болезней заносятся с семенами в почву, накапливаются в ней и в дальнейшем служат источником инфекции даже в том случае, когда высеваются визуально здоровые семена. При неблагоприятных условиях уборки и неправильном режиме хранения семенного материала сапрофитные микроорганизмы так же снижают посевные качества семян. Предназначенные для посева семена сельскохозяйственных культур должны проходить предварительную диагностику в целях определения их фитосанитарных качеств. Результаты анализа семян позволяют наметить мероприятия, обеспечивающие защиту их от болезней [3]. При установлении степени поражения семян можно своевременно принять меры для предохранения посевов от гибели и таким образом обеспечить получение здоровых всходов оптимальной густоты [4].

Цель работы состояла в изучении фитосанитарного состояния семян различных сортов озимой пшеницы, выращиваемых в условиях Новосибирской области.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2023 г. в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогноза Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий. Семена озимой пшеницы урожая 2022 г. были собраны на селекционном участке в условиях лесостепи предгорья Маслянинского района Новосибирской области. В эксперименте участвовали коллекционные семена сортов Бириоза, Досконала, Изаура, Розкишна, Алексеич, Памяти Чекурова, ЭН Воин, ЭН Марс, ЭН Персей, ЭН Альбирео, ЭН Фотон, ЭН Цефей (табл. 1). Исследования проводили методом влажных рулонов по ГОСТ 12044-93.

Таблица 1

Материал исследований

Сорт	Оригинатор	Год включения в Госреестр селекционных достижений
Досконала	Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН	2008 (Украина)
Розкишна	Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН	2009(Украина)
Бириоза	Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова	2008 (Россия)
Алексеич	Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко	2017 (Россия)
Изаура	Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр уральского отделения Российской академии наук	2022 (Россия)
Памяти Чекурова	Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук	2023 (Россия)
ЭН Цефей	ООО 'Эконива-семена'	2020 (Россия)
ЭН Альбирео	ООО 'Эконива-семена'	2021 (Россия)
ЭН Марс	ООО 'Эконива-семена'	2022 (Россия)
ЭН Фотон	ООО 'Эконива-семена'	2022 (Россия)
ЭН Воин	ООО 'Эконива-семена'	2023 (Россия)
ЭН Персей	ООО 'Эконива-семена'	2023 (Россия)

Погодные условия лесостепи предгорья Маслянинского района в вегетационный период 2022 года способствовали развитию возбудителей болезней. В июне в период созревания семян складывались теплые и избыточно влажные условия (средняя температура за месяц составила 16,2 °С, осадки 99 мм).

Результаты исследований. Наиболее распространенными и опасными в период прорастания-всходов являются фитопатогены - возбудители корневых гнилей. Они используют семена в качестве дополнительной экологической ниши при передаче из года в год. В условиях

Новосибирской области на семенах зерновых культур распространены виды рода *Fusarium*, а также гриб *Bipolaris sorokiniana*. При поражении растений они могут снижать урожайность до 25% [1]. Нами было проведено исследование степени заселенности сортов озимой пшеницы патогенными и условно патогенными микромицетами. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Фитосанитарные качества семян сортов озимой пшеницы

Сорт	Распространенность корневой гнили, %*	Зараженность, %		
		<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.
Досконала	38,0	2,0	7,0	57,0
Розкишна	29,0	1,0	19,0	28,0
Бириоза	45,0	0	15,0	72,0
Алексеич	24,0	0	14,0	42,0
Изаура	43,0	2,0	6,0	71,0
Памяти Чекурова	32,0	0	3,0	41,0
ЭН Цефей	34,0	0	6,0	58,0
ЭН Альбирео	64,0	0	20,0	26,0
ЭН Марс	41,0	0	27,0	31,0
ЭН Фотон	24,0	0	20,0	38,0
ЭН Воин	10,0	0	2,0	46,0
ЭН Персей	30,0	1,0	11,0	72,0
*Порог вредоносности (ПВ) по распространенности корневой гнили составляет 15% [1], комплексный ПВ по зараженности <i>Bipolaris sorokiniana</i> и <i>Fusarium</i> spp. - 10% [4], <i>Alternaria</i> spp. – 30% [2].				

В патогенный комплекс семян озимой пшеницы входили *Bipolaris sorokiniana*, грибы родов *Alternaria* и *Fusarium*. Зараженность семян исследуемых сортов грибом *Bipolaris sorokiniana* была ниже пороговых значений (ПВ) и достигала максимально 2% (низкая степень поражения). Наиболее активно семена поражались грибами рода *Fusarium*. Зараженность семян различных сортов составила от 3 до 27%. Партий, свободных от фузариозной инфекции выявлено не было. На уровне ниже ПВ поражались сорта ЭН Воин, ЭН Цефей, Памяти Чекурова, Изаура, Досконала. Значительно превышен ПВ по зараженности фузариозами был у сортов ЭН Фотон, ЭН Марс, ЭН Альбирео, Розкишна. Наиболее распространенными были виды *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. avenaceum*. Среди всех выявленных грибов доминировали условно патогенные грибы рода *Alternaria*. Минимальная пораженность (заселенность семян) этими грибами достигала 26%, максимальная - 72%.

Визуально на проростках учитывались симптомы корневой гнили. Проявление этого заболевания ниже пороговых значений было только у сорта ЭН Воин. У остальных сортов распространенность корневой гнили достигала от 1 до 4,5 ПВ. В высокой степени симптомы поражения проростков наблюдались у сортов ЭН Марс, ЭН Альбирео, Изаура, Бириоза. Коэффициент корреляции между лабораторной всхожестью семян и распространенностью корневой гнили составил 0,55, что говорит о высокой вредоносности этого заболевания на фазе прорастания-всходы. Коэффициент корреляции между зараженностью грибами рода *Fusarium* и распространенностью корневой гнили составил 0,63.

Для оздоровления озимой пшеницы от возбудителей болезней, передающихся через семена, рекомендуется сочетать применение агротехнических и оперативных методов защиты растений. Одним из важных агротехнических приемов является соблюдение оптимальной глубины заделки семян. Глубина посева – важнейший прием обеспечения высокой полевой всхожести семян, создания присущего сорту стартового ритма ростовых процессов, получения здоровых конкурентоспособных равномерных и дружных всходов [1]. Выбор глубины заделки

семян зависит от длины coleoptile сорта и от степени ретардантного действия химических протравителей. Средняя длина coleoptile – органа, ответственного за выход проростка на поверхность почвы является биологическим критерием предельной оптимальной глубины посева сорта [1].

Нами были проведены измерения длины coleoptile исследуемых сортов озимой пшеницы. Результаты учета длины coleoptile сортов озимой пшеницы представлены в табл. 3.

Таблица 3

Длина coleoptile сортов озимой пшеницы

Сорт	Длина coleoptile, см		Предельная рекомендуемая глубина заделки семян
	среднее	коэффициент вариации	
Досконала	5,4	23,9	5,0
Розкишна	4,6	14,8	4,5
Бириоза	4,0	14,7	4,0
Алексеич	4,7	19,1	4,5
Изаура	4,9	14,1	4,5
Памяти Чекурова	5,3	19,6	5,0
ЭН Цефей	5,6	22,8	5,5
ЭН Альбирео	4,6	24,1	4,5
ЭН Марс	4,4	12,5	4,0
ЭН Фотон	5,5	14,6	5,5
ЭН Воин	5,5	19,7	5,5
ЭН Персей	4,0	24,9	4,0

Результаты исследований показали, что все исследуемые сорта озимой пшеницы были коротко- (длина coleoptile до 5 см) и среднеcoleoptильными (длина coleoptile от 5 до 7 см). К короткоcoleoptильным сортам относились следующие: Бириоза, Изаура, Розкишна, ЭН Марс, ЭН Персей, ЭН Альбирео и Алексеич. К среднеcoleoptильным - Досконова, Памяти Чекурова, ЭН Воин, ЭН Фотон и ЭН Цефей.

Оптимальная глубина заделки семян озимой пшеницы для Западной Сибири составляет 4 см. Предельная глубина посева не должна превышать среднюю длину coleoptile сорта. При выборе химического протравителя семян необходимо учитывать степень его ретардантного действия и в случае высокого подавление роста проростков уменьшать предельную глубину посева на 1,5-2 см.

Список литературы

1. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Архипцев Д.В. Фитосанитарная диагностика семян - основа экологизации технологий возделывания зерновых культур в Западной Сибири // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2011. – № 2 (23). – С. 76-81.
2. Торопова Е.Ю., Кириченко А.А., Казакова О.А., Порсев И.Н. Альтернариоз зерна яровой пшеницы и ячменя в Западной Сибири и Восточном Зауралье // Защита и карантин растений. – 2015. – № 1. – С. 20-22.
3. Кириченко А.А., Казакова О.А., Башук А.Г. Причины гибели озимой пшеницы в условиях Западной Сибири // Аграрная наука - сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 4–6 окт. 2017 г. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – Ч. 2. – С. 144-147.

4. Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Казакова О.А. Факторы доминирования грибов рода *Fusarium* в патокмлексе корневых гнилей зерновых культур // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 69-78.

<https://doi.org/10.26898/2026-69>
УДК 633.11:632.2/9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТОДА В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

Кекало А.Ю., канд. с.-х. наук

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН,
Екатеринбург, Россия
e-mail: alena.kekalo@mail.ru.

Аннотация. Работу проводили с целью определения эффективности биологической, химической и комбинированной защиты семенного материала яровой пшеницы от фитопатогенов. Полевые эксперименты проводили на опытном поле Курганского НИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в Курганской области РФ, южная лесостепь (55°15'09" с. ш., 65°07'48" в. д.). Севооборот трехпольный зернопаровой, опыты закладывались на пшенице по пару. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный малогумусный тяжелосуглинистый. Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению № 0532-2026-0014. По результатам полевых опытов, проведенных с 2009 по 2025 г. определено, что подавление возбудителей корневых гнилей химическими протравителями составляло 59-83 %. Сохраненный урожай – 10-15 % к контролю. Биологический фунгицид на основе *Bacillus subtilis* снижал развитие болезни на 57–66 %, обеспечивая прибавку урожайности 7-9 %. Сочетание химического протравителя с биофунгицидом обеспечивало снижение поражения болезнью на 60-80 %, сохранив 9-19 % урожая. Комбинированный метод защиты семян (химический + биологический фунгицид) по хозяйственной эффективности не уступал стандартному методу химзащиты даже в условиях влагодефицитных состояний периода вегетации. Это позволяет аграриям выбирать менее экологически опасные технологии при том же уровне контроля вредных организмов.

Ключевые слова: фунгицид, биофунгицид, яровая пшеница, урожайность

Современный мировой тренд развития растениеводства, а также приоритетные направления Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации предусматривают постепенный переходу от химических систем обязательной защиты растений к комбинированным и биологическим системам [1, 2].

В последние десятилетие отмечается приобретение хозяйственной значимости или усиление вредоносности многими болезнями, вредителями, сорняками. Это определяется и климатическими изменениями, и введением новых технологий возделывания с сильной химической нагрузкой на агроценоз. Пестицидный прессинг выводит систему из относительной стабильности. Отмечается эффект бумеранга – чем больше применяем химических средств защиты растений, тем больше потери от болезней в последующем [1-3]. Приоритетным направлением в области защиты растений являются фитосанитарные экологические системы и технологии. Они должны базироваться на методах агро- и иммунозащиты, биозащиты, а при

необходимости, когда ситуация с вредными организмами выходит из-под контроля и грозит существенными потерями урожая, включаются методы химической защиты растений [4-6].

Распространение биологического метода защиты растений в зерновом полеводстве весьма ограничено. Согласно данным Россельхозцентра, в РФ применение средств биозащиты (от болезней и вредителей) проводилось в 2022-2024 гг. на 1,3-2,2 % от общей площади защитных обработок. В УФО и СФО применение данного метода защиты отмечалось на площади 0,73-0,80 %, или 141-157 тыс. га, преимущественно для защиты от болезней растений [7].

Ограничивающим фактором использование этого метода является, чаще всего, то, что агрономическая служба не уверена в эффективности защитного действия биологических средств, есть ограничения в технологии применения биорациональных средств защиты растений. Кроме того, не всегда есть понимание важности систематического и качественного применении биозащиты для достижения достойного результата. Научные и производственные данные по эффективности использования биопестицидов при защите зерновых культур от болезней неоднозначны. Многие авторы, подчеркивая их определенные достоинства, в то же время указывают на недостатки и ограничения: более низкая, по сравнению с химическими фунгицидами, биологическая (техническая) эффективность, сильная зависимость эффективности применения от погодных условий, недостаточная эффективность при интенсивном развитии болезней [8, 9].

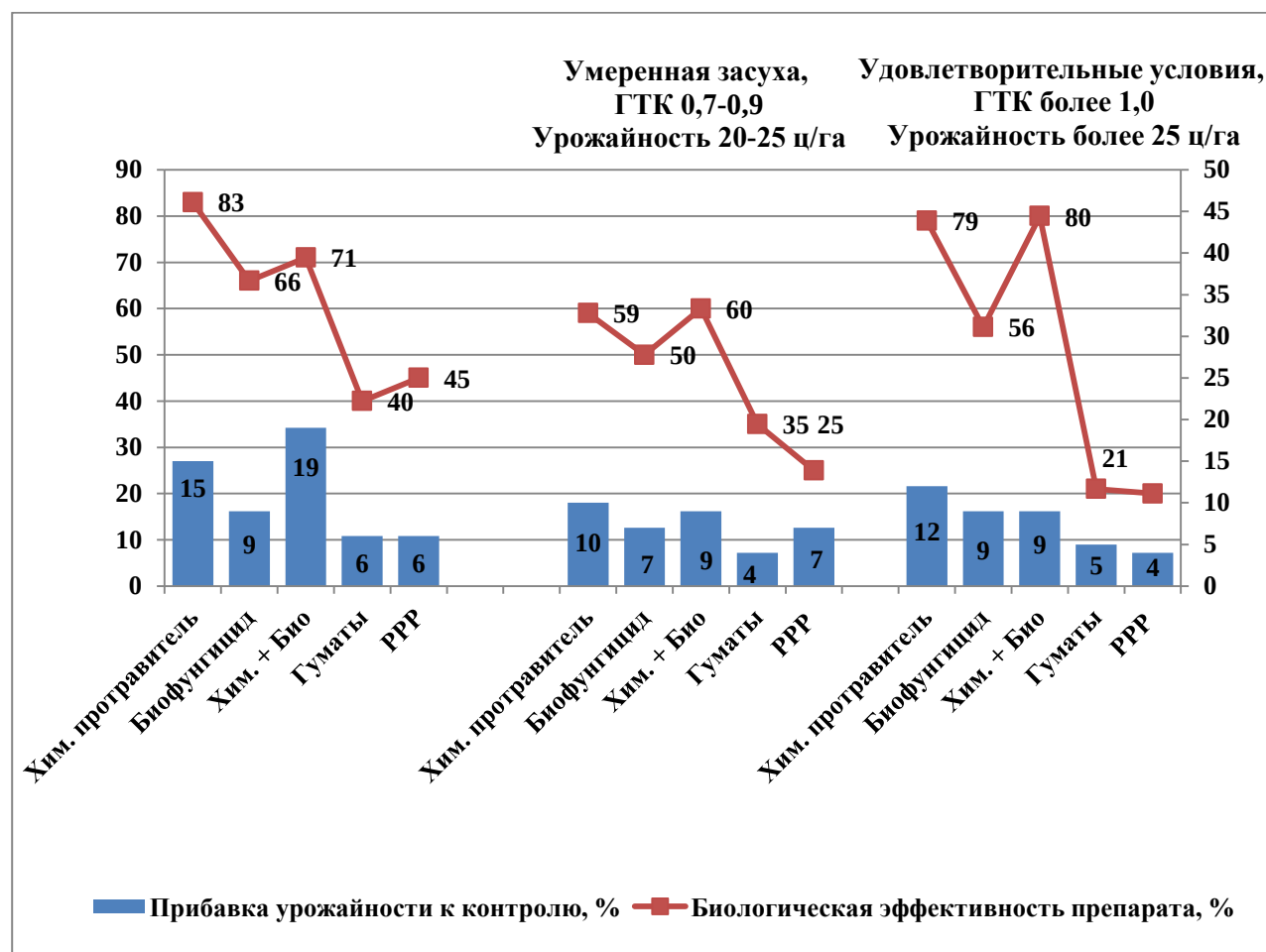
Наиболее применимым методом на этапе постепенного перехода от химического метода защиты растений к комбинированному считаем внедрение обработки семенного материала микробиологическими препаратами. Основным объектом контроля в этом случае являются почвенные фитопатогены, вызывающие корневые гнили злаков. Для зоны исследования (Курганская область, южная лесостепь) также как для Уральского региона, Западной Сибири, Северного Казахстана возбудителями болезни являются грибы рода *Fusarium* spp. и гриб *Bipolaris sorokiniana*.

Проведенные нами исследования растений и почвы на базе многолетних стационарных опытов показали, что при использовании отвальной технологии обработки почвы доминировала обыкновенная корневая гниль, при снижении интенсивности почвообработки отмечалось преобладание в патоккомплексе грибов рода *Fusarium*.

За период наблюдений с 2009 по 2025 г. нами выявлено, что в условиях удовлетворительной влагообеспеченности поражение корневыми гнилями было минимальным (5 %), в годы с засушливыми явлениями оно возрастало в 2,1–2,2 раза.

По результатам полевых опытов, определено, что подавление возбудителей корневых гнилей химическими протравителями семян составляло 59-83 %. Сохраненный урожай – 10-15 % к контролю. Биологический фунгицид на основе сенной палочки снижал развитие болезни на 57–66 %, обеспечивая прибавку урожайности 7-9 % (см. рисунок). Сочетание химического протравителя с биофунгицидом на основе сенной палочки обеспечивало снижение поражения болезнью на 60-80 %, сохранив 9-19 % урожая.

Дополнительные возможности повышения продуктивности культуры в рамках интенсивных технологий видим, также в использовании регуляторов роста растений (РРР), например цитокининов, и гуминовых препаратов. Их применение для обработки семян позволяло получить прибавки продуктивности 4–6 к контролю (см. рисунок).



Эффективность средств защиты семян пшеницы яровой при различных гидротермических условиях периода вегетации, Курганский НИИСХ, 2009-2023 гг.

Использование на яровой пшенице технологии защиты технологий с комбинированным внесением химического протравителя и биофунгицида по хозяйственной эффективности не уступали стандартному методу химзащиты даже в условиях влагодефицитных состояний периода вегетации. Это позволяет аграриям выбирать менее экологически опасные технологии при том же уровне контроля вредных организмов.

Было также проведено исследование в 2018-2019 гг. по результативности различных методов защиты семенного материала на партии семян пшеницы яровой с критически высоким заражением грибами рода *Fusarium*. Зараженность семян: фузариоз - 28%, гельминтоспориоз – 1,6 %, грибы рода *Alternaria* – 20%, плесени – 25%. Семенной материал имел лабораторную всхожесть 90 %, энергию прорастания – 70%.

Уровень поражения пшеницы гельминтоспориоз-фузариозными корневыми гнилями был высоким. Применение обработки семян препаратами фунгицидного действия обеспечило сохранение 10-12 % урожайности, более результативность отмечалась на вариантах с химически протравителем в чистом виде и баковой его смеси с биологическим фунгицидом на основе бактерий. Микробиологический препарат Нодикс Премиум достоверно сохранил 2,5 ц/га урожайности пшеницы (см. таблицу).

Влияние различных протравителей семян на урожайность яровой пшеницы и развитие корневой гнили (партия семян с критичной зараженностью фузариозом), Курганский НИИСХ, 2018-2019 гг.

Вариант	Урожайность фактическая			Интенсивность развития корневой гнили, %	Биологическая эффективность препарата, %
	ц/га	+/- к контролю	% к контролю		
Контроль (без обработки семян)*	26,1	-	-	32,3	-
Химический протравитель*	29,3	3,2	12	6,8	79
Биофунгицид**	28,6	2,5	10	15,5	52
60% нормы расхода хим. протравителя + биофунгицид	29,2	3,1	12	6,6	80
НСР ₀₅	1,45				

*Оплот 0,5 л/т (дифеноконазол 90 г/л + тебуконазол 45 г/л).

**Нодикс премиум 0,3 л/т (*Bacillus subtilis* AM7- не мене 50 млн/мл (живые клетки и антибиотические продукты метаболизма))

В условиях южной лесостепи Зауралья для формирования систем защиты пшеницы яровой от корневых гнилей целесообразно использовать комбинации химического протравителя в минимальной разрешенной или сниженной норме расхода (если отсутствуют риски по головневым инфекциям) с микробиологическим препаратом на основе сенной палочки.

Опираясь на наши рекомендации, растениеводческие предприятия Курганской области успешно применяют комбинированный метод защиты семенного материала. Используют биофунгицид на основе сенной палочки в смеси с химическим протравителем в сниженной либо полной норме расхода, что определяется фитосанитарными рисками и специализацией хозяйств (товарное или семенной зернопроизводство). Рентабельность этих предприятий в 2022 г. составила от 88 до 94%.

Общая площадь применения элементов биологической защиты растений в области составила 136 200 га, в том числе в небольших предприятиях (1,2-5,5 тыс. га) 36 200 га, в агрохолдингах – 100 тыс. га. Предприятия охватывают все зоны области.

Список литературы

1. Санин С.С. Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии // Защита и карантин растений. - 2020. - № 4. - С. 9-16.
2. Tariq M., Khan A., Asif M. et al. Biological control: a sustainable and practical approach for plant disease management // Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil & Plant Science. - 2020. - Vol. 70. - No. 6. - P. 507-524. DOI: 10.1080/09064710.2020.1784262.
3. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Перспективы и возможности микробиологической защиты растений для повышения уровня экологической безопасности в агроценозах (обзор) // Защита и карантин растений. - 2022. - № 4. - С. 10-18. DOI: 10.47528/1026-8634-2022-4-10.
4. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика //

- Сельскохозяйственная биология. - 2020. - Т. 55. - № 3. - С. 421-438. DOI: 10.15389/agrobiology. 2020.3.421rus.
5. Власенко Н.Г., Бурлакова С.В., Егорычева М.Т. Биофунгициды в технологии выращивания яровой пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. - 2023. - № 4. - С. 25-28. DOI: 10.31857/S2500262723040051.
6. Торопова Е.Ю., Кириченко А.А., Селюк М.П. и др. Фитосанитарная оптимизация агроценозов яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири: моногр. - Новосибирск, 2025. - 386 с.
7. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в РФ в 2024 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosselhoccenter.com>.
8. Санин С.С., Назарова Л.Н., Неклекса Н.П., Полякова Т.М., Гудвин С. Эффективность биопестицидов и регуляторов роста растений в защите пшеницы от болезней // Защита и карантин растений. - 2012. - № 33. - С. 16-48.
9. Кекало А.Ю., Немченко В.В. Результативность биологизированной технологии защиты яровой пшеницы от вредных организмов // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2024. - № 2 (66). - С. 77-83. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-2-77-83.

<https://doi.org/10.26898/2026-70>
УДК 631.427.22

ЧИСЛЕННОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ МИКРОБИОТЫ РИЗОЦЕНОЗА ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

**Киселёва А.А., м.н.с.,
Шулико Н.Н., канд. с.-х. наук**
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: alina.veinbender@mail.ru

Аннотация. В статье представлены многолетние данные по изучению активности протеолитической микробиоты ризосферы ячменя и овса при применении предпосевной инокуляции семян препаратами ассоциативной азотфиксации - Мизорин и Флавобактерин. Установлена высокая эффективность применения препаратов, способствующая повышению численности тестируемой группы в прикорневой зоне зернофуражных культур.

Ключевые слова: ризосфера, микроорганизмы, протеолитическая биота, инокуляция, зернофуражные культуры

В настоящее время сельское хозяйство ориентировано не только на получение высоких урожаев культур но и на улучшение состояния экологической обстановки и безопасность продукции для человека и животных. Поэтому наряду со снижением применения удобрений растет число новых видов биологических (в том числе бактериальных) препаратов и регуляторов роста растений, в основе которых лежат определенные штаммы микроорганизмов [1, 2].

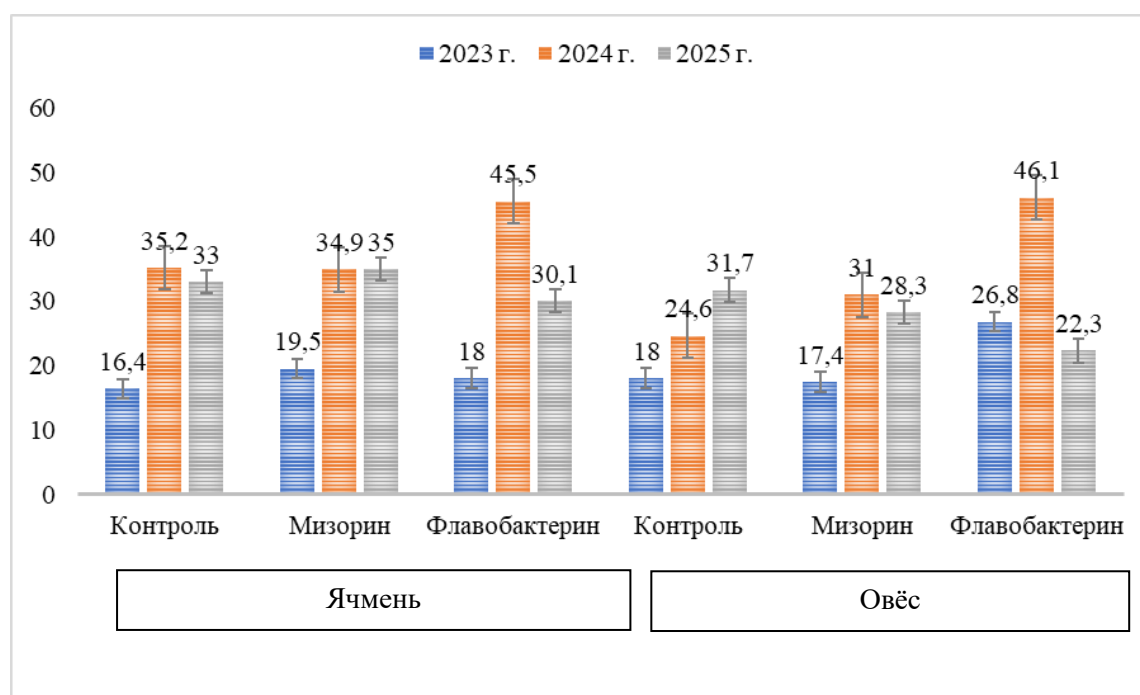
Функции, выполняемые микроорганизмами, входящими в состав биологических препаратов, очень многогранны и разнообразны, в связи с этим подлежит более глубокому изучению вопрос о степени их влияния на урожайность, качественные показатели и

питательную ценность основных зерновых и овощных культур, а также на биологические свойства почвы, ее пищевой режим, агрохимические показатели [3, 4].

Полевой опыт по изучению ризосферной микробиоты заложен в 2023-2025 гг. на полях отдела семеноводства Омского АНЦ. В условиях южной лесостепной зоны лугово-черноземная среднесиловатая среднесуглинистая тяжелосуглинистая почва. Метеоусловия лет исследований были контрастными – 2023 год характеризовался как слабозасушливый, а следующие вегетационные периоды были влажными и достаточно увлажненными. В опыте использовали семена зернофуражных культур ячменя (сорт Омский 101) и овса (сорт Сибирский геркулес). Для предпосевной инокуляции применяли биопрепараты Мизорин (*Arthrobacter mysorens* 7) и Флавобактерин (*Flavobacterium* sp. L-30), полученные из ВНИИСХМ (г. Пушкин).

В лабораторном анализе использовали твердую питательную среду на основе мясопептонного агара (МПА), предназначенную для бактерий, утилизирующих органические соединения азота, разведение 10^{-5} [5].

В ходе проведения исследований установлено, что минимальная численность бактерий была в условиях засухи (2023 г.), численность изучаемой группы варьировала в пределах 16,4-26,8 млн КОЕ/г. Стоит отметить стимулирующий эффект при интродукции бактерий *Flavobacterium* sp. L-30, рост группы составил 49% к контролю в ризосфере овса (см. рисунок).



Численность протеолитической биоты в ризосфере зернофуражных культур при предпосевной инокуляции, млн КОЕ/г (n = 9; 2023-2025 гг.)

В 2024 году, численность обсуждаемой группы увеличилась в 2 раза, относительно 2023 года. При обработке семян ячменя Флавобактерином численность сапротрофов увеличилась на 29%, а в прикорневом слое овса на 87% к контролю. При бактерилизации семян изучаемых агрокультур в 2025 году существенных изменений не выявлено, значения варьировали в пределах контрольного варианта.

В среднем за годы исследований предпосевная бактерилизация семян препаратами ассоциативной азотфиксации стимулировала рост численности протеолитической микробиоты,

в наибольшей степени в вариантах применения Флавобактерина, рост составил 30% к неудобренному варианту.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-76-10064, <http://rscf.ru/project/23-76-10064>.

Список литературы

1. Емцев В.Т. Почвенная микробиология – итоги и перспективы: взгляд в XXI век (обзор) // Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии: сб. ст. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С. 41–60.
2. Степанов А.Л., Манучарова Н.А., Семенов М.В., Никитин Д.А. Биология почв: достижения и перспективы развития // Почвы – стратегический ресурс России: материалы пленарных докл. VIII съезда О-ва почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв. - Сыктывкар, 2022. - С. 47-51.
3. Сюбаева А.О. Исторический аспект развития почвенной микробиологии в Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – Т. 3. – С. 375-377.
4. Киреева А.Д., Зоцин М.Н., Корягина Н.В. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового ячменя // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. - Пенза, 2025. - С. 112-115.
5. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.К. Шильниковой. - М.: Дрофа, 2004. - 256 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-71>
УДК 631.581(470.56)

К ВОПРОСУ О ЗНАЧЕНИИ ЧИСТЫХ ПАРОВ В ЗЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ

Колбин С.А., канд., с.-х. наук, с.н.с.,

Самохвалова Л.М.,

Данилова А.А., д-р биол. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: Danilova7alb@yandex.ru

Аннотация. В работе сравнивали агрономическую и экономическую эффективность трехпольных зернопаровых севооборотов с чистым и занятым паром. Почва чернозем выщелоченный. Исследование проводилось при 3 уровнях интенсификации. Урожайность 1-й пшеницы по чистому пару (4,4 т/га) была примерно в 1,5 выше, чем по занятому пару. На интенсивном фоне урожайность повышалась на 36% по сравнению малоинтенсивным фоном. На высокоинтенсивном фоне показатель не превышал уровень интенсивного фона. Чистая прибыль была наибольшей в севообороте с чистым паром на фоне У2 (N20P10) и составляла 23,6 тыс. руб. на 1 га севооборотной площади, снижалась в севообороте с занятым паром до 17 тыс. руб. Сделан вывод, что в условиях Приобья отказ от чистого пара может быть нецелесообразным.

Ключевые слова: зернопаровой севооборот, чистый пар, урожайность, прибыль

Введение. Остается дискуссионным вопрос о необходимости чистых паров в севооборотах при возделывании зерновых культур. В блогах сельхозпроизводителей часто выступают против чистых паров. В основном это обосновывается экономической нецелесообразностью оставления поля на один год без продукции (blog.rostselmash.com). Однако это утверждение не всегда подтверждается результатами многолетних полевых опытов. Так, в Омском Прииртышье включение чистых паров в севооборот признано важнейшим компонентом агротехнологии для обеспечения стабильной продуктивности агроценоза (Воронкова и др., 2023). О необходимости учета многих факторов при принятии решений пишут авторы из других регионов РФ (Гилев и др., 2016; Скороходов, 2023; Рендов и др., 2020).

Цель исследования – в рамках многолетнего полевого опыта сравнить агрономическую и экономическую эффективность зернопаровых севооборотов с чистым и занятым паром в условиях Приобья.

Объекты и методы. Севообороты: занятый пар (вико-овес) – пшеница – пшеница; чистый пар – пшеница – пшеница. Зяблевая обработка почвы – вспашка на глубину 25-27 см.

Фоны интенсификации:

1) нормальный уровень – (УФГ1) гербициды против двудольных и однодольных сорняков, фоны вынесения удобрений;

2) интенсивный – УФГ2 (удобрение, гербициды, ретардант ЦеЦеЦе 1 л/га в кушение, фунгицид Тилт 0,5 л/га в колошение);

3) высокоинтенсивный – УФГ3 (удобрение, гербициды, ретардант, фунгицид + внекорневая подкормка N_m20 (карбамид) и микроэлементами на качество в колошение).

Фоны основной дозы вынесения удобрений, делянка 3,6×12 м: У0 – N0P0, У1 – N20P0, У2 – N20P10; У3 – N20P20; У4 – N20P60 кг д.в./га севооборотной площади.

Сорт яровой пшеницы Новосибирская 31. Все учеты, анализы и расчеты по экономике выполнены по стандартным прописям (Агрохимические методы..., 1975; Методика определения..., 1984).

Результаты. Урожайность 1-й пшеницы по чистому пару была примерно 1,5 выше, чем по занятому пару. На интенсивном фоне УФГ2 (ретардант ЦеЦеЦе и фунгицид Тилт) урожайность повышалась на 36% по сравнению малоинтенсивным фоном УФГ1. На высокоинтенсивном фоне УФГ3 (ретардант ЦеЦеЦе, фунгицид Тилт, внекорневая подкормка N20, обработка микроэлементами в колошение) урожайность зерна не превышала уровень интенсивного фона УФГ2. Внесение фосфорных удобрений было эффективным только на 1-й пшенице по чистому пару. По зерновым предшественникам внесение NP не обеспечивало существенной прибавки урожайности по сравнению с внесением N20. Урожайность на интенсивном фоне увеличивалась в 1,2 раза, по сравнению с малоинтенсивным. На высокоинтенсивном фоне УФГ3 показатель не превышал уровень интенсивного фона УФГ 2 (см. таблицу).

Визуально это заключение показано на рис. 1. Как мы видим, зона соотношения факторов, обеспечивающих максимальную продуктивность агроценоза (красная и темно-красная зоны), на фоне чистого пара значительно шире, то есть стабильность продуктивности выше.

**Влияние уровня внесения удобрений и фона интенсификации
на урожайность пшеницы в севообороте, 2025 г., т/га**

Вариант опыта	Пшеница по пару (среднее по фактору)		Пшеница по пшенице (среднее по фактору)	
Фактор А (севооборот пар – пшеница - пшеница), НСР ₀₅ = 0,10				
Пшеница по занятому пару (1)	3,25		3,03	
Пшеница по чистому пару (2)	4,39*		3,19*	
Фактор В (доза удобрений), НСР ₀₅ = 0,15				
	1	2	1	2
Контроль (N0P0)	2,85	4,36	2,56	2,91
У1 (N20P0)	3,15*	4,33	3,05*	3,33*
У2 (N20P10)	3,32	4,45	3,08	3,44
У3 (N20P20)	3,25	4,51*	3,10	3,22
У4 (N20P40)	3,67**	4,27	3,34**	3,04
Фактор С (фон интенсификации), НСР ₀₅ = 0,20				
	1	2	1	2
Малоинтенсивный УФГ1 (гербициды)	2,97	3,44	2,74	2,82
Интенсивный УФГ2 (гербицид + ретардант, фунгицид, инсектициды)	3,30*	4,68*	3,08*	3,37*
Высокоинтенсивный УФГ3 (УФГ2 + внекорневая подкормка N20 и микроэлементами в фазу колошения)	3,42	4,73	3,20	3,23

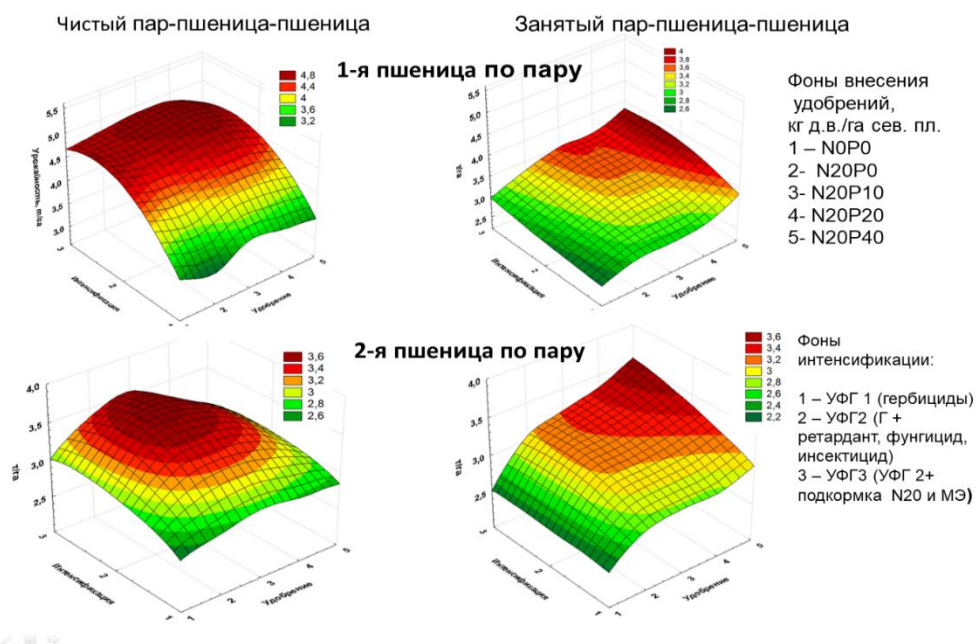


Рис. 1. Влияние уровня удобренности и фона интенсификации на урожайность пшеницы в трехпольных севооборотах

Наиболее стабильным (устойчивым по экономическим показателям) фоном оказался агроценоз пшеницы в трёхпольном зернопаровом севообороте с чистым паром с зяблевой вспашкой при интенсивной технологии возделывания зерновых. Замена чистого пара на занятый (вики-овес на зеленую массу) в зернопаровом севообороте существенно в 1,2 и 1,4 раза снижала показатели экономической эффективности применяемых технологий. Экономическая эффективность малоинтенсивных технологий была ниже, чем интенсивной технологии. В то же

время применение высокоинтенсивной технологии возделывания пшеницы в условиях центральной лесостепи Новосибирского Приобья было экономически не эффективным (рис. 2).

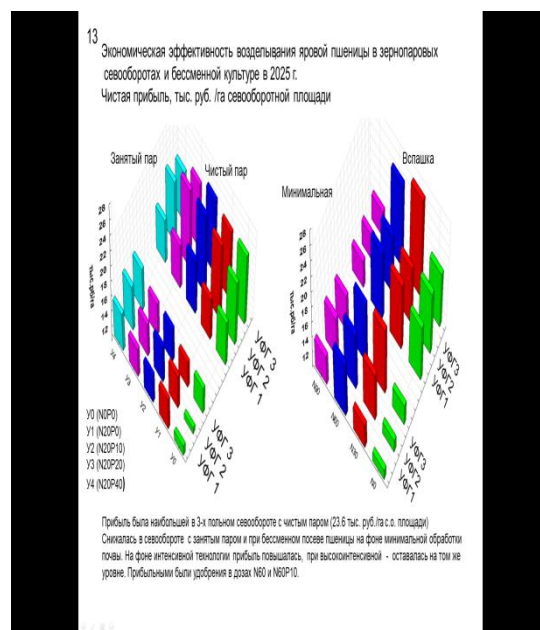


Рис. 2. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зернопаровых севооборотах (2025 г.). Чистая прибыль, тыс. руб./га севооборотной площади

Выводы

1. В зернопаровых севооборотах урожайность 1-й пшеницы по чистому пару (4,4 т/га) была примерно в 1,5 раза выше, чем по занятому пару. На интенсивном фоне урожайность повышалась на 36% по сравнению малоинтенсивным фоном. На высокоинтенсивном фоне показатель не превышал уровень интенсивного фона.
2. Чистая прибыль была наибольшей в 3-польном севообороте с чистым паром (23,6 тыс. руб. на 1 га севооборотной площади) и снижалась в севообороте с занятым паром.
3. На фоне интенсивной технологии прибыль повышалась, при высокоинтенсивной - оставалась на том же уровне. Внесение минеральных удобрений в дозах N60 и N60P10 повышало прибыль. Таким образом, исключение чистого пара из севооборота может привести к снижению экономических показателей производства зерна в Приобье.

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почвы. – М.: Наука, 1975. – 494 с.
2. Воронкова Н.А., Волкова В.А., Цыганова Н.А., Балабанова Н.Ф. Роль предшественника при возделывании яровой мягкой пшеницы сорта мелодия на лугово-черноземной почве Омского Прииртышья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2023. - № 6 (224). - С. 10-18. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-224-6-10-16.
3. Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Копылов А.Н., Ионина Н.В. Значение парового поля для земледелия Северо-Западной зоны Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. - 2016. - № 3. - С. 16-20.
4. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ,

новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 104 с.

5. Рендов Н.А., Некрасова Е.В., Мозылева С.И., Лутченков А.А. Эффективность зернопарового севооборота с чистым химическим паром // Вестник Омского ГАУ. - 2020. - № 1 (37). - С. 60-66.

6. Скороходов В.Ю. Продуктивность парозанимающих культур и роль паров в засушливых условиях степной зоны Южного Урала // Вестник КрасГАУ. - 2023.- № 10. - С. 82–92. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-82-92.

<https://doi.org/10.26898/2026-72>
УДК 632.937

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Коробейников А.С., канд. с.-х. наук,

Алабугина М.Л., аспирант,

Ашмарина Л.Ф., д-р с.-х. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий СО РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: contra.boehm@gmail.com

Аннотация. Исследования 2024–2025 гг. на севере лесостепи Западной Сибири были направлены на изучение состава возбудителей грибных и бактериальных болезней сои и совершенствование методов фитосанитарного контроля. В посевах сои идентифицированы пероноспороз, пустульный и черный бактериозы. Фитоэкспертиза семян выявила высокий уровень их зараженности грибами родов *Alternaria* и *Fusarium*. Обработка семян химическими (Максим, Редиго) и биологическими (Бактофит, Азофит N + Планталюкс и др.) препаратами показала обеззараживающий эффект, достоверно снижая численность патогенов. Учёт корневой гнили в фазу стеблевания показал, что все исследуемые препараты снижали индекс развития болезни (ИРБ). Биологическая эффективность обработок в 2025 году (17–39%) была ниже, чем в 2024-м (48–79%), что связано с меньшей исходной пораженностью в контроле. Результаты подтверждают, что как химические, так и биологические протравители способны сдерживать развитие корневых гнилей на сое, что важно для разработки экологически безопасных систем защиты в регионе.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, Западная Сибирь, болезни сои, корневые гнили, *Alternaria*, *Fusarium*, биопрепараты, химические протравители, фитоэкспертиза семян, биологическая эффективность

Зернобобовые культуры имеют важное хозяйственное значение в Сибири, являясь источником продовольствия, сырьем для промышленности и естественным сидератом, обогащающим почву азотом [1, 2]. Однако их посевы в Западной Сибири регулярно поражаются комплексом болезней (корневые гнили, бактериозы, грибные и вирусные инфекции), что ведет к значительным потерям урожая и качества зерна [3, 4].

Традиционная химическая защита, несмотря на эффективность, сопряжена с негативными экологическими последствиями: накопление токсинов, угроза для полезной фауны

и возникновение резистентности у патогенов [5, 6]. В связи с этим актуальна разработка экологически безопасных методов.

Современные исследования позволили создать ряд высокоэффективных биопрепаратов для контроля фитопатогенов [7, 8]. Поэтому разработка и внедрение биологических технологий защиты зернобобовых культур в условиях Западной Сибири представляется перспективной и необходимой задачей для устойчивого развития сельского хозяйства.

Целью наших исследований было изучение состава возбудителей грибных и бактериальных болезней сои в условиях северной лесостепи Западной Сибири и совершенствование приёмов их фитосанитарного контроля от комплекса возбудителей заболеваний.

Полевые и лабораторные исследования проводились в 2024-2025 гг. на научно-экспериментальной базе СФНЦА РАН, расположенной в лесостепи Приобья, относящейся к Западно-Сибирскому региону лесостепной зоны страны, а также в лаборатории иммунитета растений Селекционного центра СФНЦА РАН.

В условиях Западной Сибири на сое были зарегистрированы такие заболевания, как пероноспороз (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.), черная бактериальная пятнистость (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), пустульный бактериоз (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), а также ряд сопутствующих сапротрофных микроорганизмов. Семена сои перед посевом были обработаны различными химическими и биологическими препаратами. В дальнейшем проводилось изучения влияния препаратов на интенсивность проявления заболеваний, морфофизиологические показатели и элементы структуры урожая.

Для определения эффективности обработки семян сои проводилась их фитоэкспертиза (табл. 1). Результаты микологического анализа свидетельствуют, что препараты по-разному проявляли обеззараживающий эффект. Уровень заражённости семян в контроле был высокий и составлял для грибов рода *Alternaria* – 88%, *Fusarium* – 80%, *Cladosporium* – 4%, а заселённость плесневыми грибами (*Penicillium*) составляла 4%. В сравнении с результатами 2024 года в 2 раза увеличилась заселенность грибами рода *Alternaria* и в 10 раз грибами рода *Fusarium*. Заселенность грибами родов *Cladosporium* и *Penicillium*, напротив, уменьшилась в 8-12 раз.

Таблица 1

Заселённость семян сои грибами, % (06.06.2025)

Препарат	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>
Контроль	88 ± 8	80 ± 16	4 ± 9	4 ± 5	0
Азофит N + Планталюкс	80 ± 19	80 ± 16	10 ± 14	4 ± 9	0
Азофит Р + Планталюкс	88 ± 13	64 ± 21	0	6 ± 9	0
Бактофит	90 ± 7	28 ± 15*	0	2 ± 4	0
Гибберсиб	2 ± 4*	76 ± 15	12 ± 18	10 ± 12	10 ± 22
Максим	10 ± 22*	58 ± 8	60 ± 28*	8 ± 11	0
Редиго	72 ± 24	78 ± 18	2 ± 4	6 ± 9	0
Торфопродукт	76 ± 11	60 ± 33	4 ± 9	2 ± 4	0
НСР (5 %)	31,036	38,553	27,871	17,331	

Примечание. «*» – значимость отличия от контроля; «±» – стандартное отклонение.

Достоверное снижение численности грибов рода *Alternaria* обеспечивал химический протравитель Максим, а также стимулятор роста Гибберсиб. Биофунгицид Бактофит достоверно снижал заселенность грибами рода *Fusarium*. Тенденция снижения заселённости семян сои видами рода *Alternaria* отмечена у препаратов Азофит N + Планталюкс, Редиго, Торфопродукт, видами рода *Fusarium* у всех препаратов кроме Азофит N + Планталюкс.

В 2024 году достоверное снижение численности фитопатогенов обеспечивал системный химический протравитель Редиго. Тенденция снижения заселённости семян сои видами рода *Alternaria* отмечена у препаратов Азофит N + Планталюкс и Максим, а видами рода *Fusarium* у всех препаратов кроме Гибберсиба.

В фазу начала стеблевания на растениях сои был проведён учёт развития корневой гнили (табл. 2). Уровень развития болезни в контроле был высокий и составлял 29% (38,8 %), а распространённость – 79% (93,0%), что выше порога вредоносности. Результаты, приведённые на рисунке, показывают, что все изучаемые препараты показывали тенденцию к снижению индекса развития болезни. Данные 2025 года существенно отличаются от 2024 года, где уровень развития болезни в контроле был выше на 9%, а распространённость превышала значение на 14%. При такой исходно более сильной пораженности, все препараты показывали достоверное снижение индекса развития болезни.

Таблица 2

Биологическая эффективность воздействия препаратов на болезни сои (29.06.2025)

Препарат	Биологическая эффективность, %			
	Фузариозная корневая гниль		Черная бактериальная пятнистость	
	ИРБ	Распр.	ИРБ	Распр.
Азофит N + Планталюкс	20	11	29	24
Азофит P + Планталюкс	17	6	6	23
Бактофит	34	21	66	54
Гибберсиб	39	21	76	54
Максим	20	-8	68	68
Редиго	31	18	67	48
Торфопродукт	30	15	64	52

Для подтверждения участия возбудителей в патологическом процессе был проведен микологический анализ проанализированных растений сои. Установлено, что у всех изучаемых препаратов, выявлена тенденция снижения численности возбудителей корневой гнили – видов рода *Alternaria* и *Fusarium*. Результаты схожи с результатами 2024 года, где достоверное уменьшение видов рода *Fusarium* было отмечено только у препарата Бактофит.

Таким образом, проведённые исследования показали, что как химические, так и биологические препараты могут сдерживать индекс развития корневой гнили на сое. В 2024 г. все препараты проявляли достаточно высокую биологическую эффективность (48-79 %), в этом году биологическая эффективность была несколько ниже и составляла от 17 до 39%. В сравнении с контрольным вариантом все препараты на протяжении двух лет эффективно снижают ИРБ. На достоверность показателей и больший процент биологической эффективности влияет процент ИРБ и распространённости в контрольном варианте.

Список литературы

1. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Защита зернобобовых культур от болезней, вредителей и сорняков // Защита и карантин растений. – 2022. – № 5. – С. 15-19.
2. Шпаар Д., Ананьев В.А., Гар К.А. Интегрированная защита растений сои в условиях изменяющегося климата. – Краснодар: ЭДВИ, 2019. – 168 с.
3. Заостровных В.И., Дубовицкая Л.К. Фитосанитарный мониторинг и прогноз болезней сельскохозяйственных культур в Сибири. - Новосибирск: ИЦ «Сибмедиа», 2020. - 215 с.
4. Кукреш Л.В., Абрамова С.Л., Рыбалкина Н.В. Бактериальные болезни бобовых культур в Сибири и меры борьбы с ними // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – Т. 49. – № 3. – С. 41-49.
5. Штерншис М.В., Долгих Ю.И., Астафурова Н.В. Биологическая защита растений:

теория и практика. - Новосибирск: ГЕО, 2021. - 412 с.

6. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Биотехнология в растениеводстве: достижения и перспективы. – СПб.: ВИР, 2023. – 334 с.

7. Жидких Т.В., Козлова Е.А. Эффективность биопрепаратов на основе *Bacillus subtilis* и *Trichoderma* spp. против корневых гнилей сои в лесостепи Западной Сибири // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 5 (204). – С. 2-9.

8. Захаренко В.А., Иванюк В.Г. Агротехнологии будущего: отказ от пестицидов или разумное сочетание? // Земледелие. – 2020. – № 3. – С. 3-7.

<https://doi.org/10.26898/2026-73>
УДК 633.16:632.4(470.44)

ФИТОЭКСПЕРТИЗА СОРТООБРАЗЦОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА СЕЛЕКЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ИМ. И.В. МИЧУРИНА

Коротков Ю.А.¹, аспирант,
Иванова О.М.², канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Рязанова Т.С.¹, магистрант

¹Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

²Тамбовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбов, Россия
e-mail: yura.korotkov.00.00@mail.ru

Аннотация. С помощью классических методов диагностики проведена фитоэкспертиза семян 9 образцов подсолнечника Тамбовской селекции урожая 2025 г. (8 масличных – Чакинский 425, Чакинский 77, Чакинский 931, Чакинский 100, Чакинский 428, Чакинский 436, Загрей 21, Спартак; 1 кондитерский – ПК-05). Показано, что все протестированные сортобразцы оказались зараженными фитопатогенами в разной степени. Наиболее часто отмечались возбудители *Rhizopus* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis* sp. и *Fusarium* spp., что указывает на разнообразие патогенного комплекса семян подсолнечника.

Ключевые слова: подсолнечник, фитоэкспертиза, заболевание, патоген

Введение. В сельскохозяйственном производстве подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) является одной из высокорентабельных культур. По данным на 2024 год Тамбовская область продемонстрировала высокие показатели по валовому сбору подсолнечника, собрав 843,3 тыс. т, а по предварительным итогам на 2025 год валовой сбор урожая составил 791,2 тыс. т [7, 5]. Работы по селекции подсолнечника в Тамбовской области ведутся с 50-х годов прошлого столетия по настоящее время на базе Тамбовского НИИСХ, который на данный момент входит в состав Федерального научного центра им. И.В. Мичурина. Отечественными исследователями в результате многолетней работе было выявлено несколько способов повышения урожайности, при этом отводится важное место воспроизводству и насыщенности севооборота [8]. Качественные и количественные показатели урожайности культуры напрямую зависят от проведения мероприятий по предупреждению патогенных и условно патогенных грибов, паразитирующих на различных органах растений [2].

Цель работы – проведение фитоэкспертизы сортобразцов подсолнечника тамбовской селекции методами классической микробиологии.

Материалы и методы исследований. Для изучения был взят семенной материал 9 образцов подсолнечника тамбовской селекции, среди которых 8 масличных – Чакинский 425, Чакинский 77, Чакинский 931, Чакинский 100, Чакинский 428, Чакинский 436, Загрей 21, Спартак и 1 кондитерский – ПК-05.

Согласно рекомендациям ГОСТ 12044-93 [3], был произведен отбор жизнеспособных семян в количестве 100 шт. с одного сортообразца, их последующая поверхностная обработка и раскладывание по стерильным чашкам Петри со свежеприготовленным картофельно-глюкозным агаром (КГА). Культивирование семян осуществляли в термостате при 24 ± 2 °C в течение 7 суток [1]. После инкубационного периода производили подсчет семян с растущими вокруг них колониями грибов. Дальнейшую морфологическую идентификацию грибов производили с помощью микробиологических методов. Для этого образованные вокруг семян колонии изолировали на новые чашки Петри со свежеприготовленным КГА.

Результаты исследований. Фитоэкспертиза семенного материала подсолнечника показала высокий уровень заражения в отношении патогенного и условно-патогенного комплекса семян. Только 3% семян урожая 2025 года не были инфицированы, остальное количество семенного материала показывали высокий фитопатогенный фон. Доминирование по количеству зараженных семян проявляли возбудители *Rhizopus* spp. и *Alternaria* spp. в соотношении 36 и 40% соответственно. Кроме того, были отмечены грибы рода *Fusarium* spp., уровень заражения которыми составил менее 1% от общего числа зараженных семян. Также был обнаружен опасный возбудитель *Botrytis* sp. Уровень заражения семян данным фитопатогеном составил 16% от общего числа зараженного семенного материала (см. таблицу).

Зараженность исследованных семян подсолнечника (2025 г.)

Образцы подсолнечника*	Патогенное поражение семян, %					
	Всего	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Botrytis</i> sp.	Другие возбудители
<i>Кондитерский</i>						
ПК-05	76	0	76	0	0	0
<i>Масличные</i>						
Спартак	94	0	58	0	22	14
Загрей 21	100	100	0	0	0	0
Чакинский 77	100	74	20	2	0	4
Чакинский 100	100	20	44	0	18	18
Чакинский 425	100	80	6	0	14	0
Чакинский 428	100	2	78	0	20	0
Чакинский 436	100	38	46	0	12	4
Чакинский 931	100	14	28	0	58	0
Mean $\pm$ Std. Dev.	97 $\pm$ 8	36 $\pm$ 39	40 $\pm$ 28	0 $\pm$ 1	16 $\pm$ 18	4 $\pm$ 7

*Для каждого образца выращено 100 жизнеспособных семян, всхожесть семян была в диапазоне 20–100%.

Возбудители *Rhizopus* spp., *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp. были также отмечены нами на сортообразцах подсолнечника урожаев 2023 года (28; 17 и 9%) и 2024 года (71; 11 и 3%). Однако при высокой встречаемости данных фитопатогенов уровень заражения был ниже по сравнению с семенным материалом урожая 2025 года (97% заражения от всех семян) и составлял: для 2023 года 56% заражения от всех семян; для 2024 года 85% заражения от всех семян [4].

Культивирование семян подсолнечника урожая 2025 года на КГА позволило выявить наибольший уровень заражения грибами *Rhizopus* spp. у образцов Загрей 21 (100%), Чакинский 425 (80%) и Чакинский 77 (74%). Полученные данные коррелируют с результатами фитоэкспертизы сортообразцов семян подсолнечника урожая 2023 года, где уровень встречаемости данного возбудителя соответствовал 28% от общего числа семян, при этом максимум заражения пришелся на сорт Загрей 21 (44%). Однако в 2024 году уровень заражения грибами рода *Rhizopus* был очень высоким, что говорит о более благоприятных для его роста погодных условиях [6].

Возбудители грибов рода *Alternaria* отмечались на всех образцах подсолнечника и обладали большей степенью встречаемости по сравнению с грибами рода *Rhizopus*. Наибольший уровень заражения данным возбудителем пришелся на образцы Чакинский 428 (78%), ПК-05 (76%) и Спартак (58%), что имеет частичное сходство с данными, полученными в исследовании сортообразцов семян подсолнечника урожаев 2023 и 2024 годов, где наибольший процент заражения пришелся на сорт Спартак и составил 38 и 31% соответственно. Однако у сорта Загрей 21 урожая 2025 года данный возбудитель полностью отсутствовал по сравнению с семенами урожаев 2023 и 2024 гг.

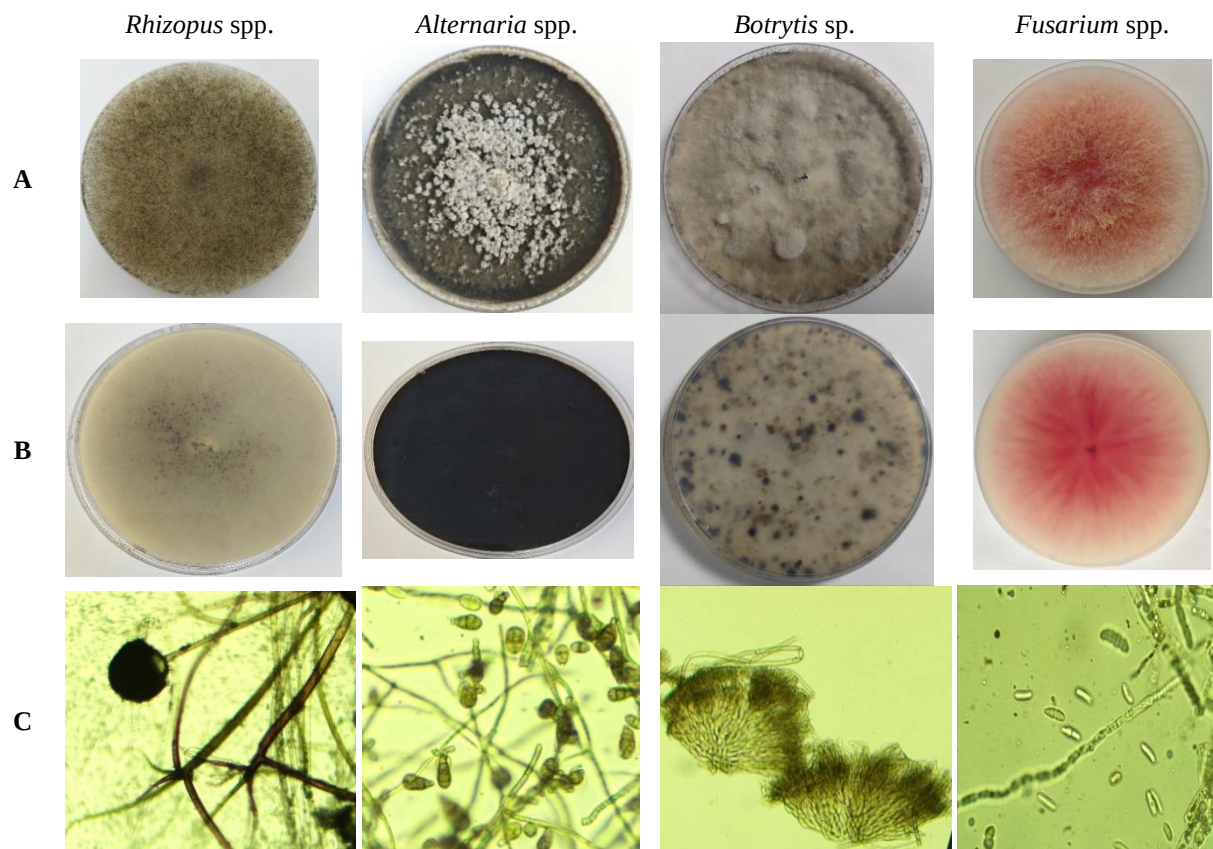
С помощью микробиологических методов в семенном материале урожая 2025 года были обнаружены возбудители серой гнили *Botrytis* spp., уровень заражения которых составил 16% для всех семян. Однако в сортообразцах урожаев 2023 и 2024 годов были идентифицированы только с помощью молекулярного анализа [4].

В меньшей степени на семенном материале урожая 2025 года были отмечены грибы рода *Fusarium* (менее 1% от общего числа семян). Наибольшая встречаемость данных грибов пришлась только на единственный сорт подсолнечника Чакинский 77, где уровень заражения составил 2%.

Полученные колонии грибов были изолированы в новые чашки Петри на КГА для их дальнейшей идентификации. По характеру видоспецифичной орнаментации спор и по характеру роста колоний грибы соответствовали *Rhizopus* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis* sp. и *Fusarium* spp. (см. рисунок).

Заключение. Сорта и линии подсолнечника селекции Тамбовского НИИСХ урожая 2025 года отличались по степени заражения от предыдущих наблюдений в 2023-2024 гг. Применение методов классической микробиологии для идентификации патогенной составляющей семенного материала подсолнечника позволило выявить некоторых представителей патогенных грибов, таких как *Rhizopus* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis* sp. и *Fusarium* spp. Лучшие показатели чистоты были отмечены только у кондитерского сорта ПК-05 и масличного Спартак, уровень заражения которых составил 75 и 94% от общего числа семенного материала. Наибольшее число заражений грибами рода *Rhizopus* пришлось на сорта Загрей 21, Чакинский 77 и перспективную линию Чакинский 425, уровень заражения которых составил 100; 74 и 80% соответственно.

Результаты, полученные в ходе работы, указывают на необходимость дальнейшего изучения патогенной и условно-патогенной микобиоты с целью защиты сельскохозяйственной культуры и получения стабильно высоких и качественных урожаев.



Колонии патогенов подсолнечника на КГА, выделенные из семян подсолнечника:
А – фронтальный вид; В – вид снизу на культуральную чашку; С – микроскопическое изображение спор.
Увеличение: 10× у *Rhizopus* spp.; 20× у *Alternaria* spp.; 10× у *Botrytis* sp.; 50× у *Fusarium* spp.

Список литературы

1. Addrah M.E., Zhang Y., Zhang J., Liu L., Zhou H., Chen W., Zhao J. Fungicide Treatments to Control Seed-borne Fungi of Sunflower Seeds // *Pathogens*. – 2019. – Vol. 27. – No. 9 (1). – P. 29. DOI: 10.3390/pathogens9010029.
2. Выприцкая А.А. Потенциальные резерваты патогенов подсолнечника // *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2022. – Т. 8. – № 4. – С. 321-331. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-19.
3. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями [Электронный ресурс]. – URL: <https://fsvps.gov.ru/files/gost-12044-93-semena-selskhozajstvennyh-k>.
4. Коротков Ю.А., Зеленева Ю.В., Иванова О.М., Рязанова Т.С. Идентификация грибов, выделенных из семян подсолнечника сортов Тамбовской селекции // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2025. – № 1 (80). – С. 61-66.
5. Официальный сайт Правительства России [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/news/53237>.
6. Бородин С.Г. и др. Сухая гниль подсолнечника и дополнительные дифференцирующие признаки видов рода *Rhizopus* Ehrenb. // *Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. – 2013. – № 1(153–154). – С. 124–131.

7. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области: офиц. сайт [Электронный ресурс]. - URL: <https://68.rosstat.gov.ru>.
8. Шабалкин А.В., Иванова О.М., Ветрова С.В., Ерофеев С.А. Селекция подсолнечника в изменяющихся агроклиматических условиях Тамбовской области // Масличные культуры. – 2023. – № 3 (195). – С. 19-23. DOI: 10.25230/2412-608X-2023-3-195-19-23.

<https://doi.org/10.26898/2026-74>
УДК 631.828

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЙОДА В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ МИКРОЗЕЛЕНИ ОВСА

Косенок Р.В., студент,
Максимов А.С., студент

Научный руководитель – Гилёв А.М., ведущий инженер
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
e-mail: rkosenok90@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается оценка влияния йода в составе комплексных удобрений на рост микрозелени овса. В ходе исследования изучалось воздействие йода в концентрации 0,001% в составе комплексного жидкого удобрения на протяжении 12 дней. Растения микрозелени выращивались на трех питательных растворах: водный (вариант 1), минеральные удобрения (вариант 2) и минеральные удобрения с добавлением йода (вариант 3). В результате растения, выросшие с добавлением удобрений с йодом, за время проведения вегетационного опыта имели большую массу - 12,08 г, а также больший средний рост - 5,5 см.

Ключевые слова: минеральные комплексные удобрения, вегетационный опыт, овёс, морфометрия, йод

Применение удобрений является неотъемлемой частью для выращивания растительных культур при традиционном ведении сельского хозяйства [1]. Традиционным выращиванием является выращивание в почве, так как в ней достаточное количество питательных элементов, а также в ней имеются микроорганизмы, которые способствуют разложению органических веществ. Однако за счёт долгого возделывания растений, почва подвергается деградации, которая влечёт за собой вынос питательных элементов и снижению плодородия. Для решения этих проблем в почву вносят удобрения [1].

Удобрения – это вещества для питания растений и повышения плодородия почв [1]. Их эффект обусловлен тем, что они предоставляют растениям все необходимые химические вещества в доступной для питания форме. Удобрения в большинстве случаев, которые используют в сельском хозяйстве, минерального происхождения [2]. Эти удобрения представлены неорганическими соединениями в виде минеральных солей, которые из-за их доступности для усваивания растениями, пользуются такой популярностью в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения разделяется на простые, в составе которых один элемент питания и комплексные, в которых несколько элементов питания [2].

Комплексные удобрения содержат в своём составе ряд необходимых макро- и микроэлементов. Если использовать удобрения со всеми необходимыми элементами питания, то становится возможным получения качественного урожая [3]. Однако существуют элементы, которые не являются критически важными для развития растений, но при этом влияют на их

физиологические и биохимические процессы. Примером такого элемента является йод. Он, как микроэлемент, оказывает влияние на различные процессы в растении, например: азотный обмен, деятельность ферментов, дыхание, фотосинтез культур. Его использование в удобрениях позволяет стимулировать рост растений [4].

Однако йод относится к группе микроэлементов с узким диапазоном оптимальных концентраций и его избыточное накопление может негативно сказаться на самом растении, оказав, например, фитотоксическое действие [4]. Для комплексного анализа значимости включения йода в состав минеральных удобрений целесообразно проведение вегетационных опытов. Исследования позволят оценить влияние различных концентраций йода на ключевые морфологические качества растений.

Цель исследования – сравнить влияние йода в составе комплексных минеральных удобрений на рост и развитие микрозелени овса в условиях вегетационного опыта.

Объектами исследования послужили лабораторные образцы системы комплексных минеральных удобрений производства компании «Рубиско», состоящей из трех базовых компонентов: Grow, Bloom и Micro. Химический состав компонентов Grow и Bloom был идентичен для всех вариантов опыта: **Grow**: N – 3,0 %, P₂O₅ – 1,0%, K₂O – 6,0%, MgO – 0,8%; **Bloom**: P₂O₅ – 5,0%, K₂O – 6,0%, SO₃ – 3,0%, MgO – 3,0%. Основное различие между исследуемыми образцами заключалось в составе компонента Micro. В контрольном варианте Micro имел следующий состав: N - 5,0%, K₂O - 1,3%, CaO - 5,0%, B - 0,01%, Fe - 0,12%, Mn - 0,04%, Zn - 0,015%, Cu - 0,01%, Mo - 0,004%. Опытный образец был дополнительно обогащён йодом в концентрации 0,001% при сохранении базового элементного состава.

Для проведения сравнительного вегетационного опыта [5] использовалась растительная культура – семена микрозелени овса, а в качестве инертного субстрата применялся прокалённый кварцевый песок. Песок помещали в чашки Петри высотой 1,5 см и диаметром 9 см. Методика закладки опыта предполагала внесение 65 г субстрата и 100 семян в каждую ёмкость при соблюдении трёхкратной повторности. Дизайн опыта включал три варианта внесения удобрений: первый контрольный вариант (контроль-1) предусматривал полив дистиллированной водой, второй (контроль-2) - использование базового комплекса минеральных удобрений без содержания йода, а в третьем варианте применялся аналогичный питательный раствор, обогащённый йодом.

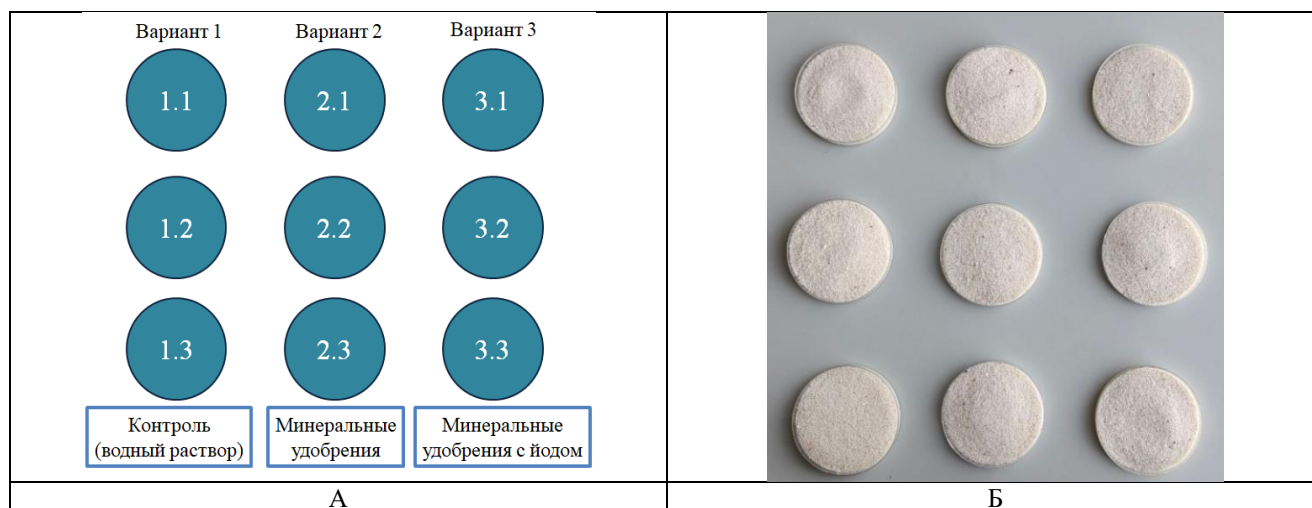


Рис. 1. Схема опыта: А – нарисованная модель; Б – фотография модели

В варианте с водным раствором (контроль-1) растения поливались дистиллированной водой, в остальных вариантах использовался питательный раствор, разведённый в соотношении 1 мл удобрения на 1 л воды. Питательные растворы вносились в одинаковом объёме – 100 мл на протяжении всего вегетационного опыта.

Опыт проводился на протяжении 12 дней в лаборатории ДВФУ. В ходе работы замерялись морфологические параметры растений: минимальную, максимальную и среднюю высоту в сантиметрах; общую массу, массу ботвы и корней в граммах. Результаты замеров растений представлены в таблице.

Рост и развитие микрорезелени овса на период вегетационного опыта

Дата проведения замеров	Высота минимальная, см	Высота максимальная, см	Средняя высота, см	Масса зелёной части, г	Масса корневой части, г	Общая масса, г
Вариант 1 (вода)						
Начало (14.11.2025)	0,4	2,2	4,5	1,5	7,32	8,82
Середина (17.11.2025)	2,2	8,8				
Конец (20.11.2025)	3,1	10,2				
Вариант 2 (минеральные удобрения)						
Начало (14.11.2025)	0,4	2,4	5,4	1,6	10,3	11,9
Середина (17.11.2025)	1,4	11				
Конец (20.11.2025)	1,8	15,4				
Вариант 3 (минеральные удобрения с йодом)						
Начало (14.11.2025)	0,6	2,2	5,5	2,71	9,37	12,08
Середина (17.11.2025)	0,8	11,1				
Конец (20.11.2025)	3,5	15,1				

В начале опыта растения в варианте 1 имели следующие значения: минимальная высота – 0,4 см, максимальная – 2,2 см, средняя – 1,3 см. К середине опыта минимальная высота увеличилась на 1,8 см, максимальная – на 6,6 см, средняя высота достигла 5,5 см. В конце опыта минимальная высота увеличилась на 0,9 см, максимальная – на 1,4 см, средняя высота составила 6,65 см.

В начале опыта растения в варианте 2 имели следующие значения: минимальная высота – 0,4 см, максимальная – 2,4 см, средняя – 1,4 см. К середине опыта минимальная высота увеличилась на 1 см, максимальная – на 8,6 см, средняя высота достигла 8,25 см. В конце опыта минимальная высота увеличилась на 0,4 см, максимальная – на 4,4 см, средняя высота составила 8,6 см.

В начале опыта растения в варианте 3 имели следующие значения: минимальная высота – 0,6 см, максимальная – 2,2 см, средняя – 1,3 см. К середине опыта минимальная высота увеличилась на 0,2 см, максимальная – на 8,9 см, средняя высота составила 5,95 см. В конце опыта минимальная высота увеличилась на 2,7 см, максимальная – на 4 см, средняя высота достигла 9,3 см.

Для визуальной динамики накопления фитомассы и сравнения эффективности исследуемых питательных растворов на протяжении всего вегетационного периода проводилась регулярная фотофиксация в каждом экспериментальном варианте (рис. 2).

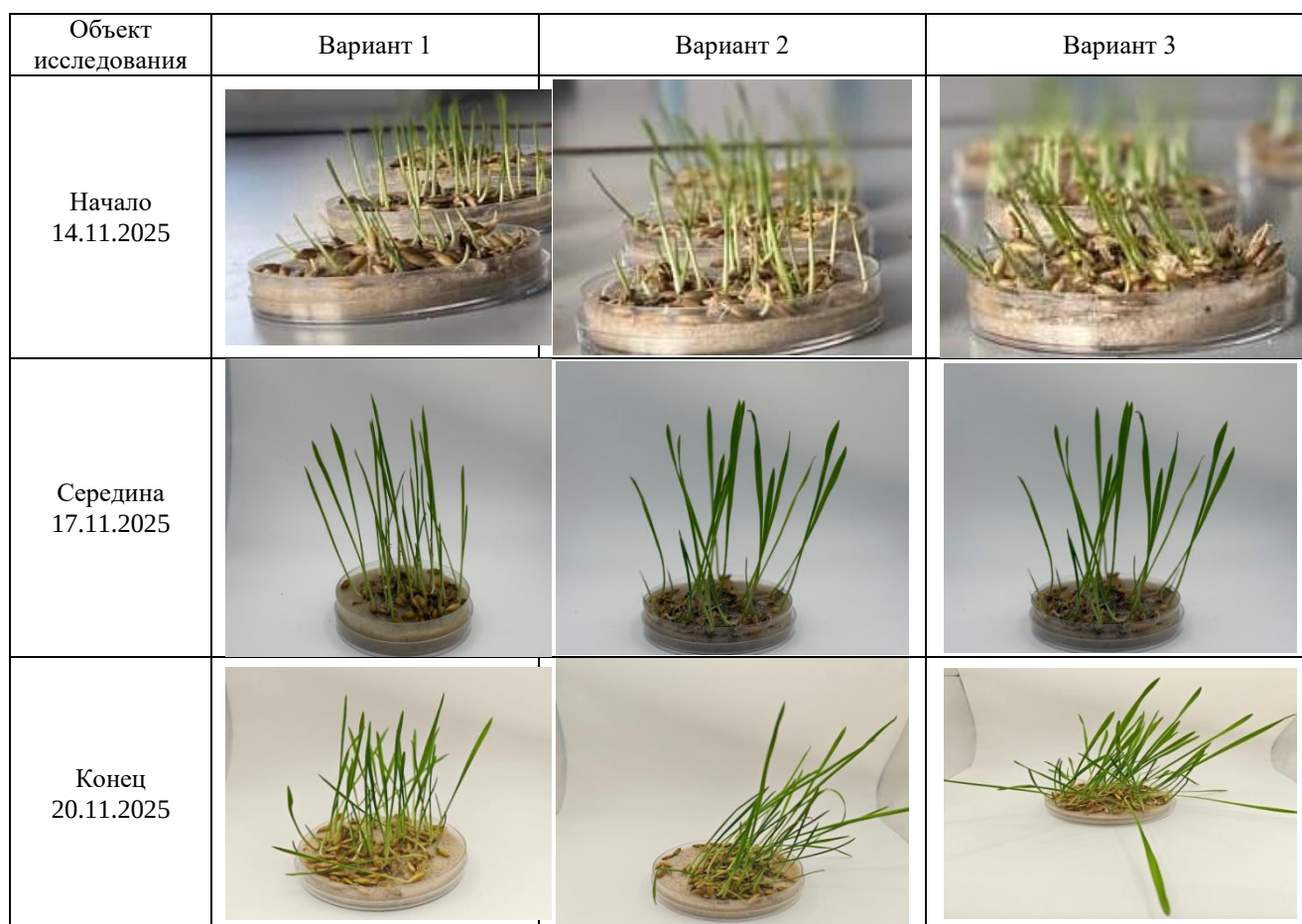


Рис. 2. Фотографии микрорезлени овса на период вегетационного опыта

В конце вегетационного опыта были произведены замеры массы микрорезлени овса (см. таблицу) для выявления различий в распределении биомассы растений. Наибольшая масса зелёной части была зафиксировано при использовании удобрений с йодом (вариант 3), где масса зелёной части составила 2,71 г, что превышает массу зелёной части в 1-м варианте на 1,21 г и на 1,11 г во 2-м. Однако масса корневой системы была больше в варианте с минеральными удобрениями (вариант 2), где составила 10,3 г, этот показатель превосходит массу корневой части у 1-го варианта на 7,32 г, у 3-го – на 9,37 г. Наибольшая общая биомасса была отмечена в 3-м варианте при совместном использовании удобрений с йодом и составила 12,08 г.

Исходя из данных, полученных во время вегетационного опыта, можно сделать вывод о целесообразности добавления йода в состав комплексных минеральных удобрений, так как он положительно сказывается на динамике роста и фитомассы микрорезлени овса. Однако для разработки научно обоснованных рекомендаций по применению йодсодержащих добавок требуется проведение дальнейших исследований. Перспективным направлением является оптимизация дозировок действующего вещества в состав комплексных минеральных удобрений, а также сравнительное выращивание нескольких различных сельскохозяйственных культур.

Авторы работ выражают благодарность ООО «Рубиско» за предоставление лабораторных образцов удобрений.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования № FZNS-2026-0020.

Список литературы

1. Потетня К.М., Садов А.А., Вырова О.М., Панков Ю.В. Роль и виды удобрений в сельском хозяйстве // НТВТСвАПК. – 2019. – № 5 (5).
2. Есенов Р., Омарова М., Сахатов А., Гурбанбаева Г. Виды удобрений для сельского хозяйства и их применение // Наука и мировоззрение. – 2024. – № 19.
3. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. – СПб., 2011. – 367 с.
4. Кашин В.К. Биогеохимия, физиология и агрохимия йода / отв. ред. Ф.А. Тихомиров. – Л.: Наука, 1987. – 261 с.
5. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. - М.: Наука, 1968. - 266 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-75>

УДК 631.8+632.93

ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОТНОШЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СЕМЕННЫХ ИНФЕКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Кравец А.В.

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Томск, Россия
e-mail: kravets.alex@mail.ru

Аннотация. Исследования свойств гуминовых препаратов, полученных из разных видов субстрата, показывают их высокую биологическую активность, проявляющуюся в стимулировании роста и развития растений и связанное с ним увеличение продуктивности. Значительно реже авторы публикаций обращают внимание на защитные свойства гуминовых препаратов, в частности проявление антифунгальных эффектов на разных культурах в отношении различных возбудителей болезней. В Сибирском НИИ сельского хозяйства и торфа уже более 25 лет ведется работа по созданию препаратов гуминовой природы из торфа. Лабораторные и полевые опыты с использованными в разных агротехнических приемах препаратами Гумостим, Т-1, оксигумат и гумат натрия показали статистически значимое снижение зараженности яровой пшеницы корневыми гнилями. Гуминовый препарат, модифицированный кальцием, положительно повлиял на семена нового урожая: суммарная зараженность семян ячменя и пшеницы статистически значимо снизилась в вариантах с обработкой гуматом кальция. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы сортов Ликамеро и Каликс Гумостимом в рекомендованной и уменьшенной в 10 раз концентрации снизила количество возбудителей семенных инфекций.

Ключевые слова: гуминовые препараты, защитная функция, антифунгальная активность, корневые гнили

Гуминовые препараты получили широкое распространение в практике сельского хозяйства в последние двадцать лет. Препараты могут быть твердыми или жидкими, но по

химическому составу это соли гуминовых кислот: натриевые, калиевые, аммонийные. Исследования свойств гуминовых препаратов, полученных из разных видов субстрата (бурый уголь, торф, вермикомпост и т.д.) показывают их высокую биологическую активность, проявляющуюся в стимулировании роста и развития растений. Именно на стимуляцию роста и связанную с этим повышенную продуктивность сельскохозяйственных растений нацелено большинство исследований [1]. Увеличение урожайности сопряжено прежде всего с элементами структуры урожая: увеличение высоты колоса, количество колосков в колосе для зерновых, либо увеличение числа стеблей на куст, масса одного клубня, выход товарной фракции для картофеля и др. Кроме повышения урожайности растений часто обращают внимание на улучшение качественных показателей продукции: содержание белка, клейковины, витаминов и пр. И значительно реже авторы публикаций обращают внимание на защитные свойства гуминовых препаратов, в частности на проявление антифунгальных эффектов на разных культурах в отношении различных возбудителей болезней. Предпосевная обработка семян гуминовыми препаратами проводится для стимулирования роста и развития сельскохозяйственных растений. Такая обработка влияет также и на показатели пораженности семян растений возбудителями семенных инфекций, представленными, как правило, грибами родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* и некоторыми другими.

Авторы и производители линейки препаратов гуминовой природы ГУМИ из бурых углей «БашИнком» обращали внимание потребителей на защитное действие своих препаратов, связанное с повышением устойчивости растений к грибным, бактериальным и вирусным болезням [2]. В [3] собраны данные, свидетельствующие о фунгистатическом эффекте препаратов на основе гуминовых веществ в отношении возбудителей корневых гнилей, серой гнили, антракноза у разных сельхозкультур.

Известно, что действие гуминовых препаратов наиболее эффективно в период наибольшего напряжения биохимических процессов и при отклонении внешних условий произрастания растений от нормы (засуха, избыточная увлажненность, засоленность почв и пр.). Кроме того, действие гуматов сортоспецифично. Поэтому в [4] авторы констатируют, что обработка семян гороха сорта Орлус гуматом «Плодородие» не привела к снижению поражения семян поверхностной инфекцией гриба *Alternaria*.

В Сибирском НИИ сельского хозяйства и торфа уже более двадцати пяти лет ведется работа по созданию препаратов гуминовой природы из торфа. Проведено множество лабораторных и полевых опытов, в частности на зерновых культурах, которые показали, что четыре препарата гуминовой природы, созданные в НИИ (Гумостим, Т-1, оксигумат, гумат натрия), использованные в разных агротехнических приемах статистически значимо снижали зараженность яровой пшеницы корневыми гнилями [5]. Обследовали также зерно нового урожая на наличие возбудителей семенных инфекций, поскольку получение свободного от патогенной микрофлоры семенного материала – одна из основных задач в селекции и семеноводстве. Исследования показали статистически значимое снижение общей зараженности зерна пшеницы фитопатогенными грибами. Опыты на сортах и перспективных гибридах овса также показали значительное улучшение фитосанитарного состояния зерна нового урожая после применения препарата из торфа Гумостим [6].

В линейке разработанных препаратов был гуминовый препарат, модифицированный кальцием, который применяли для предпосевной обработки семян ярового ячменя сорт Ача и яровой пшеницы сорт Иргина по минеральному фону (Кемира $N_{30}P_{30}K_{30}$) в полевом эксперименте. Концентрации препарата были выбраны в предварительных лабораторных опытах при использовании методов ГОСТа 12038-84 (для ячменя - 0,01 и 0,0001%, для пшеницы - 0,01 и 0,001% по гуминовым кислотам). Исследование семян нового урожая на

наличие возбудителей корневых гнилей показало, что суммарная зараженность семян ячменя статистически значимо снизилась в вариантах с обработкой гуматом кальция: с 70% в контроле до 50-53% в опытных вариантах. При этом максимально снизилось количество возбудителей гельминтоспориоза: с 65% в контроле до 32-40% в опытных вариантах. При фитоанализе семян пшеницы нового урожая суммарная зараженность корневыми гнилями в контроле составила 48%, тогда как в опытных вариантах статистически значимо уменьшилась до 26-41%. При этом максимально снизилось количество возбудителей фузариоза (с 5 до 1% в опытных вариантах). Количество возбудителей альтернариоза также статистически значимо уменьшилось с 26% в контроле до 14-22% в вариантах с обработкой гуматом кальция [7].

Как правило, производители гуминовых препаратов указывают рабочие концентрации для применения разными агротехническими приемами. Такими приемами являются предпосевная обработка семян, опрыскивание вегетирующих растений, совмещение указанных приемов и внесение непосредственно в почву гуминовых препаратов. Автор проводил исследования по уменьшению рекомендованной производителем дозы. Для определения влияния концентрации гуминового препарата по контролю возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы были проведены опыты с использованием рекомендованной концентрации препарата из торфа Гумостим (0,001%) и уменьшенной в 10 раз концентрацией (0,0001%) для предпосевной обработки семян яровой пшеницы двух сортов Ликамеро и Каликсо [8]. Антифунгальное действие определяли методом фитоэкспертизы в рулонах фильтровальной бумаги по ГОСТ 12044-93. Гумостим в двух концентрациях статистически значимо снизил количество возбудителей семенных инфекций на семенах сорта Ликамеро. Сорт Каликсо оказался менее отзывчивым на обработку гуминовым препаратом, но тенденцию снижения количества возбудителей семенных инфекций также наблюдали. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы двух сортов (Ликамеро и Каликсо) Гумостимом в рекомендованной и уменьшенной концентрации увеличил морфометрические параметры проростков и снизил количество возбудителей семенных инфекций. Гумостим в уменьшенной от рекомендованной концентрации проявил антифунгальную активность.

Таким образом, на ряде примеров показана антифунгальная активность гуминовых препаратов из торфа в отношении возбудителей семенных инфекций зерновых колосовых культур.

Список литературы

1. Броварова О.В. Биологическая активность гуминовых веществ торфа в качестве ростстимулирующих препаратов // Агрохимия. – 2024. – № 8. – С. 50-56. DOI: 10.31857/S0002188124080076.
2. Шаяхметов И.Г., Кузнецов В.И., Гилязетдинов Ш.Я. и др. Защитно-стимулирующие и адаптогенные свойства препарата ГУМИ – биоактивированной формы гуминовых кислот. Эффективность его использования в сельском хозяйстве. – Уфа: Гилем, 2000. – 102 с.
3. Удинцев С.Н., Бурмистрова Т.И., Заболотская А.В., Жиликова Т.П. Механизмы индукции резистентности растений к фитопатогенам гуминовыми веществами // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2011. – № 4 (16). – С. 100–107.
4. Путинцева А.Ф., Ерохин А.И., Платонова Н.А. Действие гумата Плодородие на ростовые процессы и урожайность гороха // Земледелие. - 2007. - № 4. - С. 46–47.
5. Удинцев С.Н., Белоусов Н.М., Бурмистрова Т.И. и др. Применение гуминовых веществ из торфа в растениеводстве и животноводстве для профилактики и повышения эффективности лечения микотоксикозов. – М., 2012. – 146 с.

6. Комарова Г.Н., Сорокина А.В. Влияние метеорологических условий и стимулятора роста на технологические признаки овса // Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы: сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2014. – С. 197–200.
7. Кравец А.В. Исследование гуминового препарата из торфа в почвенно-климатических условиях Томской области // Разработка лекарственных средств – традиции и перспективы: сб. материалов. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2023. – С. 280–283.
8. Кравец А.В. Гуминовый препарат из торфа против возбудителей семенных инфекций зерновых // Торфяные болота Сибири: функционирование, ресурсы, восстановление: материалы Пятой междунар. науч. конф. (8-14 сент. 2025 г., Томск, Россия). – Томск, 2025. – С. 96–97.

<https://doi.org/10.26898/2026-76>
УДК 632.4.01/08

ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ ОБРАБОТОК ФУНГИЦИДОМ В ПОНИЖЕННОЙ НОРМЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА ВИРУЛЕНТНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ ЯЧМЕНЯ

Кудинова О.А., канд. биол. наук,

Гвоздева М.С., канд. биол. наук,

Волкова Г.В., д-р биол. наук, чл.-кор. РАН

Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар, Россия
E-mail: alosa@list.ru

Аннотация. Защита ячменя озимого от болезней невозможна без использования фунгицидов. Нерегламентированное их применение может привести к возникновению в популяции резистентных изолятов. Цель исследования - проанализировать влияние повторных обработок в пониженной норме применения фунгицидом из класса триазолов и стробилуринов на вирулентность северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя. Вирулентность популяции изучали с использованием 16 сортов и линий дифференциаторов, содержащих известные гены устойчивости к патогену. Продифференцировано 100 монопустульных изолятов *Puccinia hordei*. Обработку фунгицидом проводили в норме применения 50 % от рекомендуемой (0,3 г/л) по первым признакам развития болезни. Средняя вирулентность исходной популяции составила 67,7 %. После первой и второй обработок средняя вирулентность понизилась до 49,4 и 32,7 % соответственно. В результате третьей обработки количество вирулентных изолятов уменьшилось до десяти, а средняя вирулентность популяции увеличилась и составила 46,3 %. Таким образом, повторная обработка фунгицидом в пониженной норме применения способствует отбору более вирулентных изолятов гриба.

Ключевые слова: вирулентность, карликовая ржавчина, фунгицид, ячмень, *Puccinia hordei*

Ценные свойства ячменя делают его одной из наиболее востребованных в мире зерновых культур [1]. В Краснодарском крае, который лидирует по посевным площадям ячменя озимого, климатические условия способствуют развитию листовых болезней, таких как карликовая ржавчина (возбудитель – *Puccinia hordei*) [2]. Болезнь успешно контролируется с

помощью фунгицидов. Их нерегламентированное применение может привести к образованию резистентных форм патогена [3]. Для снижения себестоимости выращивания культуры зачастую на практике наблюдается снижение нормы применения фунгицида сельхозтоваропроизводителями. Подобные действия могут привести к повышению риска развития резистентности к фунгицидам, что доказывают исследования ряда культур и патогенов [4]. Аналогичные работы в отношении карликовой ржавчины ячменя не проводились как в России, так и в мире.

Цель данного исследования - проанализировать влияние повторных обработок в пониженной норме применения фунгицидом из класса триазолов и стробилуринов на вирулентность северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя.

Эксперимент проводили в 2025 году в контролируемых условиях с использованием УНУ «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (<https://fncbzd.ru/brk-i-unu/unique-installation-2/>). Северокавказская популяция *P. hordei* получена с помощью сбора пораженных болезнью листьев на территории Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев. Выделение монопустульных изолятов патогена и инокуляцию проводили по общепринятым фитопатологическим методикам [5]. Эксперимент был проведен с фунгицидом Балий, КМЭ (120 г/л азоксистробина + 180 г/л пропиконазола). Обработку препаратом проводили в норме применения 50 % от рекомендуемой (0,3 г/л) по первым признакам развития болезни. Вирулентность популяции гриба изучали с использованием 16 сортов и линий дифференциаторов, содержащих известные гены устойчивости к патогену [6]. Типы реакции (в баллах) сортов-дифференциаторов ячменя оценивали по шкале Левина и Черевика [7]. Всего продифференцировано 100 изолятов *P. hordei*: по 30 изолятов исходной популяции, после первой и второй обработки, 10 изолятов после третьей обработки. Средняя вирулентность исходной популяции составила 67,7 %; 12 из 16 сортов-дифференциаторов поражались вирулентными изолятами гриба. После первой и второй обработок в норме применения 50 % от рекомендуемой (0,3 л/га) средняя вирулентность понизилась до 49,4 и 32,7 % соответственно. В результате третьей обработки количество вирулентных изолятов уменьшилось до десяти, при этом средняя вирулентность популяции увеличилась и составила 46,3 %. Результаты ранее проведенных исследований свидетельствовали об отсутствии отбора по вирулентности при повторных обработках популяции *P. hordei* в рекомендуемой норме применения (0,6 г/л) [8]. Таким образом, понижение нормы применения фунгицида при повторной обработке способствует отбору в сторону возникновения в популяции вирулентных изолятов гриба.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10063, <https://rscf.ru/project/23-76-10063>.

Список литературы

1. Репко Н.В., Шуликин А.Е., Белокур Е.В., Шаляпин В.В., Заика Р.П. Анализ динамики посевных площадей и урожайности ячменя в Российской Федерации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2023. - № 192. - С. 169-184.
2. Danilova A.V., Volkova G.V. Efficiency of *Rph* genes against *Puccinia hordei* in Southern Russia in 2019–2021 // Agronomy. - 2023. - Vol. 13 (4). - P. 1046.
3. Shcherbakova L.A. Fungicide resistance of plant pathogenic fungi and their chemosensitization as a tool to increase anti-disease effects of triazoles and strobilurines // Agricultural Biolgy. - 2019. - Vol. 54. - P. 875-891.
4. Van Den Bosch F., Paveley N., Shaw M., Hobbelen P., Oliver R. The dose rate debate:

does the risk of fungicide resistance increase or decrease with dose? // Plant Pathology. - 2011. - Vol. 60 (4). - P. 597-606.

5. Волкова Г.В., Яхник Я.В., Кудинова О.А. и др. Грибные патогены зерновых колосовых культур: биология, распространение, вредоносность, методы учёта, сбора и хранения биоматериала. Создание искусственных инфекционных фонов: науч.-практ. рекомендации. - Краснодар, 2024. - 98 с.

6. Park R.F., Golegaonkar P.G., Derevnina L., Sandhu K.S., Karaoglu H., Elmansour H.M., Singh D. Leaf rust of cultivated barley: pathology and control // Annual review of phytopathology. - 2015. - Vol. 53 (1). - P. 565-589.

7. Бабаянц Л., Мештерхази А., Вехтер Ф., Неклкса Н., Дубинина Л., Омельченко Л., Клечковская Е., Слюсаренко А., Бартош П. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. – Прага, 1988. – 321 с.

8. Кудинова О.А., Гвоздева М.С., Руденко В.Д., Волкова Г.В. Действие повторных обработок фунгицидом на основе триазолов и стробилуринов на изменение вирулентности изолятов *Puccinia hordei* // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. XXVI Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – М., 2025. – Т. 1. – С. 600-603.

<https://doi.org/10.26898/2026-77>
УДК 631.5:633.853.494

УРОЖАЙНОСТЬ РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА И ЗАСОРЕННОСТИ АГРОЦЕНОЗА

Кузнецова Г.Н., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Полякова Р.С., с.н.с.

Сибирская опытная станция – филиал Федерального научного центра
«Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта»,
Омская область, Исилькуль, Россия
e-mail: kuznetsovagalina1964@mail.ru

Аннотация. Приведены данные полевого опыта, который был заложен на экспериментальных полях СОС – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2023–2025 гг. в условиях южной лесостепи Западной Сибири (на примере Омской области) на черноземных почвах. Объектом исследований был сорт рапса ярового Юбилейный 23. Изучались нормы высева: 0,75; 1,25; 2,0 и 2,75 млн всхожих семян/га (фактор А) и применение баковой смеси гербицидов от сорной растительности (фактор В). В годы изучения погодные условия оказались контрастными, что отразилось на урожайных данных. ГТК (по Селянинову) составил: в 2023 г. – 0,50; 2024 г. – 1,40, в 2025 г. – 1,46 ед. Максимальная урожайность в опыте у сорта рапса Юбилейный 23 отмечена в переувлажненном 2025 г. при норме высева 1,25 млн/га (3,52 т/га), минимальная – 2,01 т/га в острозасушливом 2023 г. при высева 0,75 млн/га.

Ключевые слова: рапс яровой, норма высева, сорняки, гербициды, урожайность

Введение. Рапс – высокорентабельная культура, интерес к которой особенно возрос в последние годы (2018-2025 гг.) из-за расширения возможностей применения в различных отраслях промышленности, в том числе и энергетической (использование рапсового масла в качестве компонента биодизельного топлива). В Российской Федерации производство рапса

развивается динамично, площади посева в 2025 г. достигли 2960 тыс. га, в 2024 г. – 2726 тыс. га, темп роста 2024 г. к 2023 г. составил 118 %, а валовой сбор (7040 тыс. т) вырос всего на 103 % [1]. В среднем по России урожайность ярового рапса составляет 1,0–1,5 т/га маслосемян, что является низким результатом реализации генетического потенциала сортов и гибридов. Для увеличения продуктивности культуры селекционерами создаются новые высокопродуктивные, адаптированные к местным условиям сорта, с высокой масличностью семян и качеством масла, устойчивые к неблагоприятным факторам окружающей среды биотической и абиотической природы [2]. Резервом увеличения продуктивности рапса является четкое соблюдение всех элементов технологии возделывания.

На рост и развитие растений, величину и качество урожая семян рапса, оказывает большое влияние густота стояния растений, которая определяет полноту всходов и дальнейшее развитие посевов. Норма высева семян зависит от свойств почвы, уровня агротехники, степени засоренности участка, обеспеченности влагой, сорта, способа посева, и назначения посева [3, 4].

Растения рапса способны подавлять сорные растения, особенно во вторую половину вегетации, однако в начальный период роста сорняки могут нанести существенный ущерб урожаю. Типичными и наиболее распространенными сорняками при возделывании капустных культур в нашем регионе являются: бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, молокан татарский, виды гречишек, щирица, овсюг, просовидные и др. [5].

Селекционная работа по рапсу яровому на Сибирской опытной станции – филиал ВНИИМК ведётся с 1983 года, создано восемь сортов данной культуры. В 2024–2025 гг. государственное сортоиспытание проходит новый перспективный сорт рапса Юбилейный 23, поэтому *целью наших исследований* было уточнение отдельных элементов сортовой технологии возделывания нового сорта.

Материалы и методы. Полевые опыты проводили на экспериментальных полях СОС – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2023–2025 гг. в условиях южной лесостепи Западной Сибири (на примере Омской области) на черноземных почвах. Объектом исследований был сорт рапса ярового Юбилейный 23. Изучались нормы высева: 0,75; 1,25; 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га (фактор А) и применение баковой смеси гербицидов (противозлакового гербицида Миура (0,7 л/га) и противодвудольного гербицида Галеон (0,3 л/га) (фактор В). Рапс высевался по классической технологии рекомендованной для условий Западной Сибири, подготовка почвы включала осеннюю вспашку, боронование весной, предпосевные культивацию и прикатывание. Посев конец второй декады мая сеялкой СС-11, ширина междурядий 15 см, предшественник – пар. Закладка опытов, фенологические наблюдения, биометрические измерения, учет урожая семян определяли по методике, разработанной во ВНИИМК под рук. В.М. Лукомца [6]. Повторность опыта трехкратная, площадь делянки – 20,0 м².

Результаты и обсуждение. При появлении полных всходов рапса был проведен их учет и рассчитано количество растений по всходам, и полнота всходов (отношение числа всходов к высеянному всхожим семенам). Исследования показали, что в острозасушливый 2023 г. количество растений рапса по всходам было значительно меньше, чем во влажные 2024–2025 гг. Отмечается тенденция увеличения числа растений в вариантах с применением баковой смеси. Полнота всходов колебалась в среднем по всем нормам высева и была максимальной при норме высева 0,75–1,25 млн шт./га (82,6–92,8 %). При увеличении нормы высева до 2,0–2,5 снижается полнота всходов до 72,5–59,1 % (при применении гербицидов) до 58,3–52,3 % (без гербицидов) (табл. 1).

Таблица 1

Количество растений и полнота всходов рапса ярового, шт./м ²						
Норма высева, млн/га, фактор А	Обработка гербицидом, фактор В	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	Полнота всходов, %
0,75	Контроль	44	53	57	51,3	68,4
	Баковая смесь	59	62	65	62,0	82,6
1,25	Контроль	88	94	98	93,3	74,6
	Баковая смесь	101	121	126	116,0	92,8
2,0	Контроль	96	125	129	116,7	58,3
	Баковая смесь	118	147	170	145,0	72,5
2,5	Контроль	107	139	146	130,7	52,3
	Баковая смесь	123	158	162	147,7	59,1

Перед уборкой урожая учитывали число растений и рассчитали их сохранность. В среднем по всем нормам высева она составила при гербицидной обработке 92,1–97,1 %, в контрольном варианте – 90,5–96,1 %. Прослеживается закономерность снижения сохранности растений рапса по мере увеличения нормы высева.

Таблица 2

Сохранность растений рапса перед уборкой в годы исследований						
Норма высева, млн/га, фактор А	Обработка гербицидом, фактор В	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	Сохранность растений, %
0,75	Контроль	40	52	54	48,8	94,8
	Баковая смесь	57	60	61	59,3	95,7
1,25	Контроль	84	90	95	89,7	96,1
	Баковая смесь	97	119	122	112,0	97,1
2,0	Контроль	88	118	122	109,3	93,7
	Баковая смесь	112	139	161	137,3	94,7
2,5	Контроль	98	127	130	118,3	90,5
	Баковая смесь	114	143	151	136,0	92,1

Большое влияние на количество сорняков оказывала густота стояния растений (норма высева). Перед уборкой в изреженных посевах при норме высева 0,75 млн/га их количество составило 42-59 шт./м² в контрольном варианте и 6-19 шт. при внесении гербицидов в зависимости от климатических условий года. С увеличением нормы высева до 2,0–2,5 млн/га количество сорняков в среднем снижалось до 28-29 шт. в контроле и до 4-6 шт. в изучаемых вариантах опыта.

В посевах рапса доминирующими были однолетние сорняки (88,5 %), на многолетние корнеотпрысковые приходилось 11,5 % (табл. 3).

Таблица 3

Засоренность посевов рапса в зависимости от нормы высева									
Норма высева, млн/га	Обработка гербицидом, фактор В	Количество сорняков, шт./м ²				Масса сорняков, г/м ²			
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее
0,75	Контроль	42	56	59	52	274	508	564	448
	Баковая смесь	6	10	19	12	61	58	70	63
1,25	Контроль	33	50	41	41	181	292	249	241
	Баковая смесь	2	11	12	8	15	66	78	53
2,0	Контроль	22	31	34	29	157	169	208	178
	Баковая смесь	3	9	7	6	21	65	50	45
2,5	Контроль	20	30	33	28	84	122	136	114
	Баковая смесь	2	5	6	4	11	25	29	22

Среди однолетних основная масса, около 90 % была представлена злаковыми сорными растениями (просо куриное). Наибольшая масса сорняков зафиксирована во влажные 2024-2025 гг. и в разреженных посевах рапса (норма высева – 0,75 млн/га). Вновь отмечена тенденция снижения количества сорняков и их масса при увеличении нормы высева.

Максимальная урожайность в опыте у сорта рапса Юбилейный 23 отмечена в переувлажненном 2025 г. при норме высева 1,25 млн/га (3,52 т/га), минимальная – 2,01 т/га в острозасушливом 2023 г. при высева 0,75 млн/га (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность семян рапса в зависимости от нормы высева и засоренности посевов

Норма высева, млн/га, фактор А	Обработка гербицидом, фактор В	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	Среднее по фактору А
0,75	Контроль	2,01	2,13	3,05	2,40	2,51
	Баковая смесь	2,14	2,40	3,33	2,62	
1,25	Контроль	2,09	2,37	3,11	2,52	2,66
	Баковая смесь	2,25	2,60	3,52	2,79	
2,0	Контроль	2,11	2,34	3,20	2,55	2,64
	Баковая смесь	2,21	2,52	3,44	2,72	
2,5	Контроль	2,07	2,30	3,12	2,50	2,57
	Баковая смесь	2,16	2,41	3,32	2,63	

НСР₀₅ для фактора А – 0,11; для фактора В – 0,09; для фактора АВ – 0,06

В изреженных посевах сорняки значительно снижают урожайность семян, в 2023 г. на 6,1 %, в 2024 г. – 11,3 %, в 2025 г. – 8,4 %. При высокой норме высева (2,5 млн/га) это снижение значительно ниже 4,1; 4,6; 6,0 % соответственно.

Выводы. Для получения стабильного урожая семян рапса ярового в условиях южной лесостепи Западной Сибири целесообразно высевать новые перспективные сорта с нормой высева 1,25–2,0 млн всхожих семян/га и обязательным элементом технологии является применение баковой смеси гербицидов для снижения сорного компонента агроценоза. В изреженных посевах (норма высева 0,75 млн/га) сорняки значительно снижают урожайность семян рапса ярового в среднем на 6,1–11,3 %. Увеличение нормы высева до 2,5 млн/га приводит к перерасходу семян и снижению урожайности.

Список литературы

1. Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». – URL: www.ab-centre.ru.
2. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Высокомасличный сорт рапса ярового Юбилейный 23 // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 3 (199). – С. 106–109. DOI: 10.25230/2412-608X-2024-3-199-106-109.
3. Стецов Г.Я., Пешков С.А., Садовников Г.Г. Эффективность комплексного применения удобрений и средств защиты растений при возделывании ярового рапса в условиях Алтайского края // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 12. – С. 1289-135. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-128-135.
4. Гущина В.А., Лыкова А.С. Особенности формирования урожайности и качества маслосемян ярового рапса в зависимости от густоты посева // Нива Поволжья. – 2015. – № 4 (37). – С. 27-31.
5. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С., Лошкомойников И.А., Рабканов С.В. Масличные капустные культуры в Западной Сибири: моногр. – Омск, 2023. – 130 с.
6. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В.М. Лукомца. - 2-е изд., перераб. и доп. - Краснодар, 2010. - 327 с.

СОЗДАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ОБЛИГАТНЫХ ГРИБНЫХ ПАТОГЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ КОЛЛЕКЦИИ «АРСЕНАЛ»

Лапочкина И.Ф.¹, д-р биол. наук, г.н.с.,
Гайнуллин Н.Р.¹, канд. биол. наук, в.н.с.,
Макарова И.Ю.¹, канд. биол. наук, в.н.с.,
Коваленко Н.М.², канд. биол. наук, с.н.с.,
Петин В.А.³, м.н.с.

¹Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Москва, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Пушкин, Россия

³Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

e-mail: lapochkina@ficnemchinovka.ru

Аннотация. С использованием доноров устойчивости мягкой пшеницы к стеблевой и бурой ржавчинам, выделенных из коллекции интрогрессивных линий «Арсенал» и из коллекции ВИР, создан исходный материал озимой и яровой пшеницы, который обладает расширенным спектром групповой устойчивости к мучнистой росе, бурой, стеблевой и желтой ржавчине. Высокая устойчивость пшеницы к ржавчинным патогенам подтверждена испытаниями в полевых условиях в Центральном, Западно-Сибирском (юго-западной и юго-восточной частях региона) при эпифитотийном развитии болезней и Северо-Кавказском регионах РФ на искусственно созданных инфекционных фонах. Молекулярно-генетическими методами выявлено наличие нескольких генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине в различных сочетаниях. Линии озимой мягкой пшеницы проявили высокую устойчивость к желтой ржавчине в условиях Северного Кавказа. Из созданного материала дополнительно с использованием ПЦР-анализа с маркером Xfcp623 в сочетании с лабораторными и полевыми оценками удалось отобрать устойчивые генотипы к желтой пятнистости листьев (*Pyrenophora tritici-repentis*). Созданный материал обладает продуктивностью, скороспелостью, хорошо зимует в условиях Московской области и рекомендуется для широкого использования в MAS при повышении иммунитета у мягкой пшеницы.

Ключевые слова: мягкая пшеница, устойчивость, *Puccinia triticina* f.sp. *tritici*, *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, *Pyrenophora tritici-repentis*

В ФИЦ «Немчиновка» создан исходный материал яровой и озимой мягкой пшеницы, который по своему фенотипическому и генетическому разнообразию представляет интерес для различных направлений улучшения мягкой пшеницы как для Центрального региона Нечерноземной зоны, так и других регионов России (Северо-Кавказского, Западно-Сибирского). Исторически толчком к созданию материала, устойчивого к ржавчинным грибам, в том числе к появившейся угандийской расе стеблевой ржавчины (Ug99) послужил призыв Нормана Борлауга по поиску новых доноров устойчивости к этим патогенам в 2009 году на Международном техническом совещании в Мексике (BGRI). В нашем распоряжении уже была созданная цитогенетическая коллекция интрогрессивных линий с чужеродным генетическим материалом видов *Aegilops speltoides*, *Ae. triuncialis*, *T. kiharae*, *S. cereale* (коллекция «Арсенал»), в которой присутствовали устойчивые генотипы к мучнистой росе, бурой и желтой ржавчине. Часть этой коллекции и послужила основой для поиска новых доноров устойчивости к расе Ug99 стеблевой

ржавчины. Из 100 образцов коллекции на стадии проростков было выделено 6 доноров озимой пшеницы и один донор яровой с высокой устойчивостью к этому патогену (тип реакции на проникновение патогена 0; 1; 2) [1]. Идентификация эффективных генов устойчивости с использованием молекулярных маркеров выявила наличие «пирамиды» генов устойчивости Sr у этих доноров [2]. В схему ступенчатых и возвратных скрещиваний с выбранными донорами устойчивости - линией яровой пшеницы 113/00i-4 (*Ae. triuncialis*, *T. kiharae*), озимой пшенично-эгилопсно-ржаной линией 119/4-06rw (*Ae. speltoides*, *S. cereale*) привлекли сорт озимой пшеницы Донская полукарликовая и селекционную линию из Болгарии GT 96/90, также проявившие устойчивость к Ug99, и продуктивную яровую линию пшеницы 145/05i, восприимчивую к Ug99, но устойчивую к местным популяциям бурой и стеблевой ржавчины.

Из гибридных семей и беккроссного потомства BC₁F₃-BC₃F₂ на инфекционном фоне бурой ржавчины, содержащем расы, характерные для естественной популяции возбудителя Московской области, отбирали продуктивные индивидуальные устойчивые растения, у которых отслеживали наличие генов устойчивости с использованием молекулярных маркеров, рекомендованных для MAS.

Размноженное потомство индивидуальных растений с несколькими генами устойчивости в гомозиготном состоянии испытывали на устойчивость к патогенам в полевых условиях в период максимального развития заболеваний. Для оценки использовали шкалу СИММИТ [3], которая учитывает тип реакции и степень поражения. Иммунологическую оценку яровых линий пшеницы на устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине проводили в Центральном и Западно-Сибирском регионах к природной популяции грибов, а на Северном Кавказе – на искусственном инфекционном фоне северокавказской популяции патогенов [4]. Линии озимой пшеницы оценивали по устойчивости в Центральном регионе при эпифитотии стеблевой ржавчины в 2016 году и в Краснодарском крае на инфекционном фоне развития болезни [5]. Совместив результаты по трем экологическим точкам испытания, мы смогли отобрать материал с групповой устойчивостью одновременно к европейской, североавказской и западно-сибирской популяциям бурой и стеблевой ржавчины. Отобранные линии яровой и озимой пшеницы в течение нескольких лет испытывались в контрольном питомнике Московской области в сравнении со стандартными сортами по следующим признакам: высота растений и устойчивость к полеганию, продуктивность колоса, масса 1000 зерен, урожайность/м², число продуктивных стеблей/м², число дней до колошения, содержание белка и клейковины в зерне, качество клейковины. По результатам тестирования отобрано около 30 линий яровой пшеницы и более 98 озимых линий с комплексом хозяйственно ценных признаков. Часть линий была оценена в лабораторных условиях по устойчивости к темно-бурой (*Cochliobolus sativus*) и желтой (*Perenophora tritici-repentis*) пятнистостям листьев. Были выделены устойчивые образцы яровой пшеницы (16-16i, 17-16i, 48-16i) к желтой пятнистости листьев, а среди озимых линий обнаружены генотипы с групповой устойчивостью к обоим патогенам (9-19w, 31-19w) [6].

Линии яровой пшеницы проявили высокую устойчивость к листостебельным заболеваниям в условиях Приобской лесостепи Алтайского края в 2021-2022 годах и привлечены в создание новых сортов яровой пшеницы с устойчивостью к ржавчинным болезням с использованием методов молекулярно-маркерной селекции. По совокупности признаков выделено 6 линий, перспективных для дальнейшей работы: 34-16i (*Sr36*, *Sr47*, *Lr34*, *Lr37*), 25-16i (*Sr22*, *Lr26*) и генотипы 49-16i, 37-16i и 48-16i с наличием трех генов устойчивости *Sr22*, *Sr36*, *Sr47* [7].

В Московской области в 2025 году линия яровой пшеницы 1-16i с групповой устойчивостью к болезням (генотип *Sr2*, *Sr22*, *Sr36*, *Sr47*) проявила преимущество перед

стандартным сортом Злата в виде прибавки урожай 2,1 ц/га и показала высокий выход хлеба лучшего качества в сравнении со стандартом.

Характеристика некоторых образцов озимой мягкой пшеницы, выделенных в Московской области, приведена в таблице. Высокая устойчивость этого материала подтверждена повторными оценками на инфекционных фонах ржавчинных грибов в питомниках ФГБНУ ФНЦБЗР в 2023 году.

Лучшие линии озимой пшеницы по комплексу хозяйственно ценных признаков (2019-2023 гг.)

Линия, сорт	Идентифицированные гены	Дней до колошения	Урожайность, г/м ²	Поражение, %/балл				
				<i>Pgt</i> ¹	<i>Pt</i> ²	<i>Ps</i> ³	<i>Bg</i> ⁴	<i>Ptr</i> ⁵
9-19 ^w	ПЦР анализ не проводился	249	1061	10/2	5/1	R	1	
20-19 ^w	<i>Sr36</i>	252	947	5/1	10/2	R	5	1/1
16-19 ^w	<i>Sr2, Sr22, Sr32</i>	246	879	10/2	1/1		3	
31-19 ^w	<i>Sr22, Sr36</i>	247	1060	10/2	10/1	R	1	1/1
90-19 ^w	ПЦР анализ не проводился	251	852	5/1	0		5	
72-19 ^w	<i>Sr2, Sr32, Sr47</i>	248	891	5/2	5/1		0	1/1
48-19 ^w	<i>Sr2, Sr22, Sr32, Sr36</i>	252	967	10/2	0		10	1/1
Моск.39	ПЦР анализ не проводился	253	815	20/3	20/3		5	2/2
Примечание. ¹ - <i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> , ² - <i>Puccinia triticina</i> f. sp. <i>tritici</i> , ³ - <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i> , ⁴ - <i>Blumeria graminis</i> , ⁵ - <i>Perenophora tritici-repentis</i> .								

Созданный исходный материал озимой пшеницы хорошо зимует в условиях Подмосквья, а некоторые линии составляет конкуренцию стандартному сорту Московская 39 не только по признаку устойчивости, но продуктивности, скороспелости, а в ряде случаев по содержанию белка и клейковины в зерне и тестируются в конкурсном сортоиспытании в Московской области. Этот материал пополнил вторичный генофонд коллекции «Арсенал» [8] и может использоваться селекционерами для улучшения яровой и мягкой пшеницы по признакам устойчивости к ржавчинным грибам, так как генетически материал отличается от сортимента того, что сделано другими исследователями в мире.

Список литературы

1. Анисимова А.В., Стеффенсон Б., Митрофанова О.П., Лапочкина И.Ф., Афанасенко О.С. Устойчивость сортимента пшеницы и образцов эгилопса из коллекции ВИР к расе стеблевой ржавчины Ug99 (TTKSK) // Технология создания и использования сортов и гибридов с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам в защите растений. - СПб. - С. 53-158.
2. Баранова О.А., Лапочкина И.Ф., Анисимова А.В., Гайнуллин Н.Р., Иорданская И.В., Макарова И.Ю. Идентификация генов *Sr* у новых источников устойчивости мягкой пшеницы к расе стеблевой ржавчины Ug99 с использованием молекулярных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2015. - Т. 19. - № 3. - С. 316-322.
3. Roelfs A.P., Singh R.P. Rust diseases of wheat concepts and methods of management. - Mexico: CIMMIT, 1992. – 81 p.
4. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Шаманин В.П., Волкова Г.В., Гайнуллин Н.Р., Анисимова А.В., Галингер Д.Н., Лазарева Е.Н., Гладкова Е.В., Ваганова О.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой

ржавчине (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), в том числе к расе Ug99, в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2016. - № 20 (3). - С. 320-328.

5. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Гайнуллин Н.Р., Волкова Г.В., Гладкова Е.В., Ковалева Е.А., Осипова А.В. Создание линий озимой пшеницы с несколькими генами устойчивости к *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* для использования в селекционных программах России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22 (6). – С. 676-684.

6. Лапочкина И.Ф., Гайнуллин Н.Р., Баранова О.А., Коваленко Н.М., Марченкова Л.А., Павлова О.В., Митрошина О.В. Комплексная устойчивость линий яровой и озимой мягкой пшеницы к биотическим и абиотическим стрессам // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2021. - № 25 (7). – С. 721-729.

7. Петин В.А., Лепехов С.Б., Лапочкина И.Ф., Гайнуллин Н.Р. Идентификация генов устойчивости к листовой и стеблевой ржавчине у селекционных линий яровой мягкой пшеницы из вторичного генофонда коллекции «Арсенал» // Вестник РУДН. - 2025. - № 4. - С. 5-10.

8. Реестр IV линий озимой мягкой пшеницы с групповой устойчивостью к грибным болезням [Электронный ресурс]. – URL: <https://ficnemchinovka.ru/page28715624.html>.

<https://doi.org/10.26898/2026-79>
УДК 631.431.3

ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ СОЛОНЦОВ

Ломова Т.Г., канд. с.-х. наук, в.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: korma@online.nsk.su

Аннотация. Установлено положительное влияние фитомелиоративных луговых севооборотов на комплексных солонцовых почвах на улучшение плодородия и продуктивности.

Ключевые слова: солонцы, агробиологическая мелиорация, водорастворимые соли, бактерии-минерализаторы, продуктивность севооборотов

Засоленные почвы занимают в мире - около 25% всей поверхности суши. В России - 20 млн га, в том числе в Западной Сибири на солонцовых землях расположены 4,3 млн га пастбищ, 3,9 млн га пашни и 2,9 млн га сенокосов. Повышение плодородия и продуктивности этих земель - огромный потенциал для развития сельскохозяйственного производства.

Основоположником теории происхождения и мелиорации солонцов является советский учёный К.К. Гедройц [1]. Вскрыв сущность физико-химического почвообразовательного процесса солонцов он доказал, что солонцы произошли от солончаков и засоленных почв в результате обменных реакций между Na-почвой и CaCO₃ с образованием соды и насыщения почвенно-поглощающего комплекса натрием. Последний оказывает пептезирующее действие на почву и обуславливает вынос коллоидов на глубину с образованием иллювиальных горизонтов, которые характеризуются неблагоприятными физическими свойствами.

В процессах почвообразования огромная роль отводится растительности. В частности, процесс биологической аккумуляции, подавляющий процесс осолодения и приводящий к образованию черноземной почвы на бескарбонатных солонцах в лесостепи Западной Сибири,

Н.В. Орловский назвал «биологической трансформацией» [2], В.А. Ковда указывал на возможность «остепнения» солонцов в солонцеватые почвы [3].

В естественных условиях эти процессы идут столетиями, тогда как в производственных условиях при посеве засухо-, соле- и солонцестойчивых одно- и многолетних кормовых трав могут протекать за несколько десятилетий [4].

Для комплексных солонцовых почв разработан агробиологический метод мелиорации солонцов, который основан на использовании технологий послойной обработки и выращивании сельскохозяйственных культур – фитомелиорантов. Этот метод позволил повысить продуктивность естественных кормовых угодий в 5–8 раз [5–7].

Исследования напленные на фитомелиорацию солонцов проводились в Чановском районе Новосибирской области на стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Опыт заложен под руководством М.Д. Константинова в 1987 г. (55.389° с.ш., 78.927° в. д.) (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальный участок (снимок со спутника)

Природно-климатическая зона – лесостепь Центрально-Барабинской низменности, отличающаяся умеренно холодной зимой и теплым, в отдельные дни жарким летом со средним коэффициентом увлажнения 0,67. Рельеф опытного участка равнинный. В естественно-луговых фитоценозах произрастают кермек Гмелина, бескильница, полынь азотистая, волоснец солончаковый и луговое разнотравье (Вагина, 1962).

Площадь делянок 200 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Почвенный покров делянок представлен многонатриевыми солонцами.

На стационаре используется технология послойной обработки – ранневесенняя – тяжелыми дисковыми луцильниками БДТ-3,0 в 3–4 следа на глубину 8–10 см с безотвальным рыхлением на глубину 30–35 см ПН-4-35с рыхляще-подрезающими лапами конструкции СибИМЭ. В течение лета почву обрабатывают по типу раннего пара, после однолетних культур и донника в севообороте – безотвально плугом ПН-4-35 со стойками СибИМЭ на глубину 25 см.

При анализе водно-солевой вытяжки почвы в севооборотах обнаружено, что за период роста и развития культур-фитомелиорантов в почве фитомелиоративных севооборотов произошло снижение содержания водорастворимых солей в метровом слое (рис. 2).

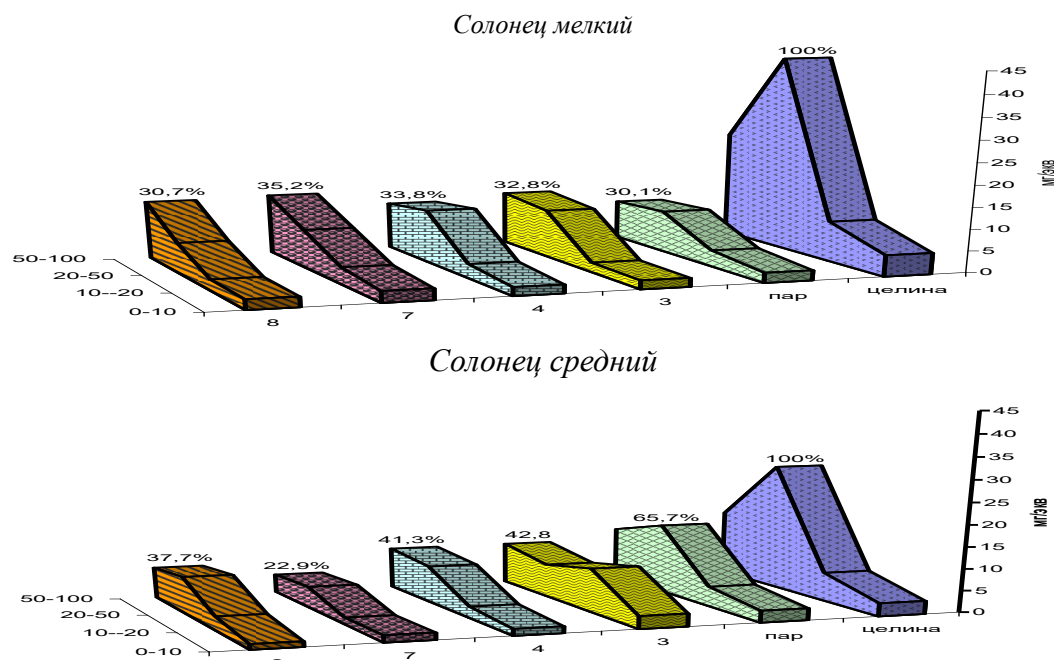


Рис. 2. Содержание водорастворимых солей в метровом слое по вариантам фитомелиоративных севооборотов, мг-экв/100 г почвы

Фитомелиорация солонцов ведёт к снижению содержания водорастворимых солей в метровом слое на мелких на 44-68,1%; а на средних солонцах на 34,3-77,1%, что говорит о радикальном изменении солонцов, которые перешли в разряд глубокосолончаковых остаточных солонцеватых почв.

Длительное использование фитомелиоративных севооборотов изменило агрофизические, физико-химические, а также микробиологические характеристики солонцов. Считают, что последние особо высокочувствительны и позволяют проследить за изменением почвенных процессов на их ранних стадиях [7].

Соотношение микробов, растущих в бедной и богатой азотом почве (коэффициент олиготрофности), отличалось в преобразованной кормовыми севооборотами почве от целины в 21 раз. Уменьшение этого соотношения под кормовыми травами свидетельствует о накоплении в почве микрофлоры, способной к минерализации растительных остатков (рис. 3).

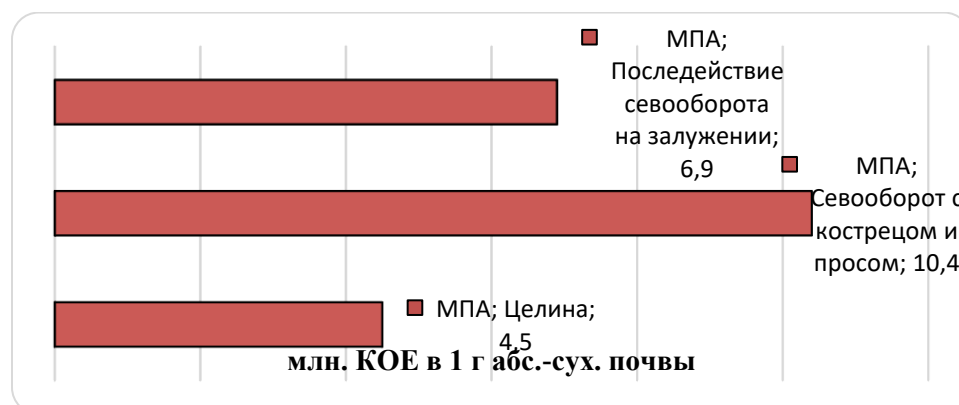


Рис. 3. Влияние фитомелиорации на численность в солонце бактерий-минерализаторов органического вещества

Различный характер изменения мелиоративных свойств солонцов под влиянием растений, агротехники и метеоусловий соответствующим образом определили продуктивность фитомелиоративных севооборотов (рис. 4).

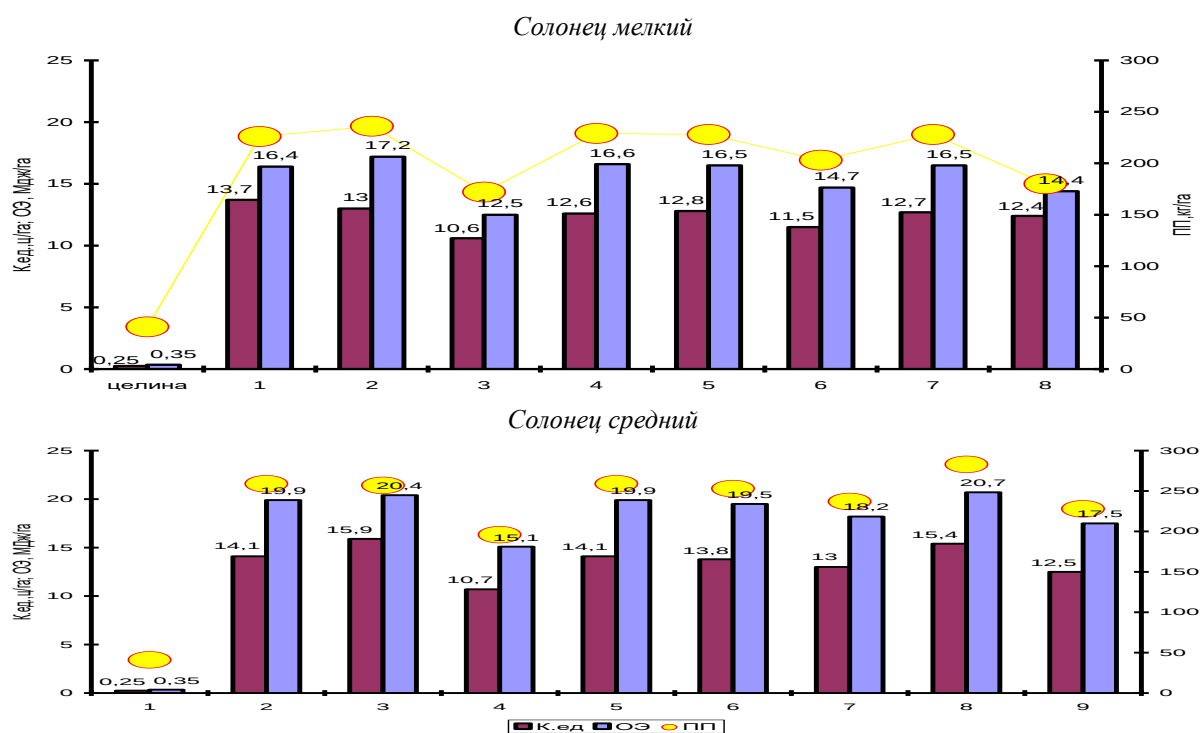


Рис. 4. Продуктивность фитомелиоративных севооборотов

Продуктивность на мелких солонцах составила от 12,5 до 17, на средних – 15,1-21,7 Мдж/га ОЭ. Полученные данные дают основание заключить, что возделывание многолетних трав в фитомелиоративных севооборотах высокоэффективно.

Список литературы

1. Гедройц К.К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация // Избр. соч. – М., 1955. – Т. 3. – С. 299–355.
2. Орловский Н.В. Основные моменты в использовании и улучшении солонцов и солонцовых почв Западной Сибири // Химизация социалистического земледелия. - 1937. - № 6. - С. 38–58.
3. Ковда В.А. Биологические циклы движения и накопления солей // Почвоведение. - 1944. - № 4-5. - С. 144–158.
4. Денисов Е.П. Многолетние травы как предшественники и фитомелиоранты зерновых культур // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 23–27.
5. Константинов М.Д. Агробиологический метод мелиорации солонцов Южного Урала и Западной Сибири: моногр. - Новосибирск: СО РАСХН, 2000. - 360 с.
6. Баранов А.И. Оценка эффективности различных методов мелиорации солонцов в зоне сухих степей // Плодородие. - 2009. - Т. 47. - № 2. - С. 41–42.
7. Денисов Е.П. Фитомелиорация и резервы укрепления кормовой базы в Поволжье // Аграрный научный журнал. - 2016. - № 3.

<https://doi.org/10.26898/2026-80>
УДК 633.491:632.4

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В ОТНОШЕНИИ РИЗОКТОНИОЗА И ЕГО ЧИСЛЕННОСТЬ В ПОЧВЕ ОПЫТНЫХ ПОЛЕЙ КЕМЕРОВСКОГО НИИСХ – ФИЛИАЛА СФНЦА РАН

Малюга А.А., д-р с.-х. наук,
Енина Н.Н., канд. с.-х. наук,
Гутина Е.М.,
Гутин Д.Л.,
Самбыла Ч.Н., д-р биол. наук,
Ходаева В.П.,
Чуликова Н.С., канд. с.-х. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: anna_malyuga@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по фитосанитарному состоянию почвы и растений картофеля в отношении ризоктониоза в условиях Кемеровской области. Выявлено, что в почвах имеется высокая численность гриба *R. solani*. Максимальное его количество отмечено в августе – от 39 до 314 пропагул/100 г почвы.

Ключевые слова: картофель, ризоктониоз, почва, сорта, развитие болезни

Rhizoctonia solani – основной патоген, вызывающий значительные потери урожая картофеля и снижающей качество получаемой продукции. В Западной и Восточной Сибири потери урожая от ризоктониоза достигают 45% и значительно превышают таковые от фитофтороза. Распространению заболевания способствуют отсутствие устойчивых сортов картофеля, низкая супрессивность зональных почв, возделывание культуры в севооборотах с короткой ротацией с насыщенностью до 75%, способствующими накоплению патогена в почве и значительному поражению растений [1]. В эпифитотическом процессе ризоктониоза в Западной Сибири играют роль как клубневая, так и почвенная инфекция. Согласно таким авторам, как Е.М. Шалдыева, Ю.В. Пилипова [2], доля влияния почвенного инокулюма для сорта картофеля *Berlichingen* составляет 45-56%, клубневого – 11-30%. Причем на начальных стадиях онтогенеза влияние обоих факторов на поражение стеблей картофеля ризоктониозом близко по значению 30,0% (передача через клубни) и 45,5% (передача через почву). По мере роста и развития растений доля влияния почвенной инфекции возрастала до 56%, клубневой – снижалась до 11%.

А.А. Малюгой [3] для раннего сорта *Agata* также были подтверждены вышеуказанные закономерности. Сравнение двух факторов передачи ризоктониоза подтвердило большую роль почвенной инфекции по сравнению с клубневой. Также отмечено, что присутствие инокулюма на клубнях имеет значение на первых этапах развития болезни. Так, пораженность стеблей у растений, выросших из здоровых клубней, увеличивалась от 5 до 29% (полные всходы) и от 14 до 54% (начало цветения) по мере увеличения численности *R. solani* в почве. При одновременном заселении грибом семян и почвы значительное поражение картофеля ризоктониозом наблюдали уже с фазы всходов (28-45%) и сохранялось на высоком уровне до конца вегетации (50-63%). Таким образом, действие клубневого и почвенного инокулюма различно на протяжении вегетационного периода. В начальный период развития растений картофеля сорта *Agata* доля влияния семенной инфекции составляет 16%,

почвенной – 50%. По мере роста растений доля влияния первого фактора снижалась до 6%, а второго возрастала до 87%.

В связи с вышесказанным для защиты культуры от данного заболевания необходимо учитывать оба фактора передачи возбудителя и проводить мониторинг гриба *R. solani* не только на растениях, но и в почве.

Отбор почвенных образцов проводили согласно Й. Сэги [4]. Численность *R. solani* в почве определяли методом множественных почвенных таблеток [5], на селективной среде Ко и Хора [6]. Учет пораженности растений картофеля ризоктониозом проводили через 4 и 10 недель после посадки культуры по методике J. Frank [7].

Обследование посадок картофеля и почвы в Кемеровском НИИСХ – филиал СФНЦА РАН показало, что почва полей, на которых выращивается картофель в значительной мере заселены возбудителем ризоктониоза.

Количество пропагул ризоктонии в почве пред посадкой картофеля варьировала в зависимости от предшественника. Так, после пара в 2023 г. и картофеля в 2024 г. данный показатель находился в пределах от 0 до 62,9 пропагул/100 г почвы, после картофеля и овса в 2023 г. пара в 2024 г. он составил 10,9 и 13,6 пропагул/100 г почвы соответственно. После донника численность пропагул в почве было 16,1 шт./100 г почвы (табл. 1).

Таблица 1

Численность пропагул ризоктонии в почве на различных полях в течение вегетационного периода, шт. 100 г/почвы (2025 г.)

Номер поля	История поля			Сроки отбора почвы			
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	май (до посадки)	июль (4 недели после посадки)	август (10 недель после посадки)	сентябрь (уборка)
10/1	Картофель	Пар чистый	Картофель	10,9	24,7	88,0	24,0
10/2	Пар чистый	Картофель	Пар чистый	0	32,9	39,0	26,0
1/2	Пар, овес, горчица	Картофель	Пар чистый	62,9	80,9	331,0	0
1/3	Пар, донник 1 года	Пар, донник 2 года	Картофель	16,1	24,4	264,1	207,6
7/2	Пар чистый	Картофель	Овес	6,0	68,7	314,0	116,0
7/3	Овес	Пар чистый	Картофель	13,6	91,2	283,5	196,0

Дальнейшие исследования показали, что численность возбудителя ризоктониоза с течением времени во всех полях возрастает до августа месяца в линейной зависимости. Так, в полях (10/1, 1/3 и 7/3), где в 2025 г. выращивали картофель, численность возбудителя к этому сроку выросла в 8,1-20,8 раз в сравнении с маем. Не наблюдали снижения данного показателя и под овсом (сорт Офеня) – в этом случае зафиксирован его рост в 52,3 раза. В парующихся полях (10/2, 1/2) в 2025 г. численность гриба *R. solani* также была значительной – 39,0 и 331,0 пропагул/100 г почвы. Можно предположить, что в этих случаях гриб развивался на растительных остатках и на сорной растительности (присутствовал значительный сорный компонент в виде щирцы запрокинутой), так как он является сапрофитом и имеет широчайший круг растений-хозяев [8, 9].

К сентябрю, в соответствии с ранее установленной динамикой ризоктониоза в почве [10], наблюдали снижение количества гриба в почве. Так, в полях (10/1, 1/3 и 7/3) после картофеля, численность возбудителя снизилась в 1,3-3,7 раз в сравнении с августом. После овса зафиксировано уменьшение числа пропагул в 2,7 раза. В парующихся полях (10/2, 1/2) в 2025 г. численность гриба *R. solani* в период уборки также понизилась 1,5 раза или возбудитель обнаружен не был.

Динамика численности гриба *R. solani* в почве под различными сортами показала линейный рост до августа месяца, и в дальнейшем спад к сентябрю в период уборки. Наименьшее количество спор в августе отмечено соответственно под сортами Памяти Аношкиной ССЭ и Тулеевским (селекционный материал) – 142 и 157 шт./100 г почвы, наибольшее – Памяти Аношкиной (ПП-1) и Любава (ССЭ) – 368 и 373 шт./100 г почвы. В остальных случаях показатель варьировал в пределах от 192 до 331 (табл. 2).

Таблица 2

Численность спор ризоктонии в почве под различными сортами картофеля в течение периода вегетации, шт. 100 г/почвы

Вегетация, сут. 100 1/10 100						
Номер поля	Сорт	Группа спелости	Сроки отбора почвы			
			май (до посадки)	июль (4 недели после посадки)**	август (10 недель после посадки)	сентябрь (уборка)
1/3	Невский ССЭ	СР	16	24	221	105
	Невский ПП-1				303	247
	Танай ССЭ				192	139
	Танай ПП-1				323	169
	Кузнечанка ССЭ				210	167
	Кузнечанка ПП-1				258	160
	Кемеровчанин ССЭ				331	275
	Кемеровчанин ПП-1				200	239
	Памяти Аношкиной ССЭ	Р			142	185
	Памяти Аношкиной ПП-1				368	233
	Любава ССЭ				373	154
	Любава ПП-1				289	174
	Тулеевский ССЭ	СС			276	157
	Тулеевский СЭ				205	154
	Тулеевский ПП-1				193	173
7/3	Тулеевский (селекционный материал)		14	40	157	177
	Гибрид «Салаир»*	-		143	410	215

Примечание. Здесь и в табл. 3: *Гибрид – рабочее название «Салаир», в Госреестре селекционных достижений не зарегистрирован; ** – в этот срок проводили средний отбор почвы без учета сорта; СР – среднеранний; Р – ранний; СС – среднеспелый.

Исследования показали, что устойчивых к ризоктониозу сортов картофеля нет. Определение развития ризоктониоза на растениях показало, что к августу данный показатель составил от 15,4 до 50,0%. Менее всего были поражены сорта Кузнечанка (ССЭ), Любава (ПП-1) и Тулеевский (ССЭ и СЭ) – 15,4-16,0%, наиболее сильно – Кузнечанка (ПП-1) и Тулеевский (селекционный материал) – 49,6 и 50,0%. В остальных случаях показатель варьировал от 21,0 до 45,4%.

Анализ полученных данных не показал значительных различий в пораженности растений ризоктониозом у сортов разных групп спелости, а также репродукции семенного материала.

Таким образом, было выявлено значительное заселение почвы полей Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН возбудителем ризоктониоза картофеля, а также сильное поражение растений грибом *R. solani*. Следует отметить, что оптимизация фитосанитарного состояния полей в этом случае требует комплексного подхода. Необходимы не просто

севообороты, а введение в них фитосанитарных культур, также требуется борьба с сорной флорой в парующихся полях и протравливание посадочного материала.

Список литературы

1. Шалдяева Е.М. Экологическое обоснование систем мониторинга и защиты картофеля от ризоктониоза в Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Краснодар, 2007. – 40 с.
2. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В., Чулкина В.А. Ризоктониоз картофеля в северной лесостепи Приобья. Патогенез ризоктониоза картофеля при разных факторах передачи возбудителя // Вестник защиты растений. – 2004. – № 2. – С. 62-67.
3. Малюга А.А. Биологические основы защиты картофеля в лесостепи Западной Сибири от основных почвенно-клубневых инфекций: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 2008. – 32 с.
4. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии / Пер. с венгр. И.Ф. Куренного; под ред. и с предисл. Г.С. Муромцева. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
5. Henis Y., Ghaffar A., Baker R.G., Gillespie S.L. A new pellet soil-sample and its use for the study of population dynamics of *Rhizoctonia solani* // Phytopathology. – 1978. – Vol. 68. – P. 371-376.
6. Ko W., Hora F.K. A selective medium for the quantitative determination of *Rhizoctonia solani* in soil // Phytopathology. – 1971 – Vol. 61. – P. 707-710.
7. Frank J., Leach S.S., Webb R.E. Evaluation of potato clone reaction to *Rhizoctonia solani* // Plant dis. Reporter. – 1976. – Vol. 60. – No. 11. – P. 910-912.
8. Ajayi O., Bradley C. *Rhizoctonia solani*: Taxonomy, Population Biology, and Management of Rhizoctonia Seedling Disease of Soybean // Plant Pathology. – 2017. – Vol. 67 (1). – P. 3-17.
9. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Ризоктониоз картофеля в условиях производства в лесостепи Западной Сибири // Вестник НГАУ. – 2003. – № 1 (66). – С. 64-72. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-64-63.
10. Малюга А.А., Чуликова Н.С. Роль предшественников и минеральных удобрений в патогенезе ризоктониоза картофеля и продуктивности культуры в условиях Западной Сибири // Весті Національної академії наук Білорусі. Серія аграрних наук = Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2020. – Т. 58. – № 1. – С. 42-54. DOI: 1.29235-1817-7204-2020-58-1-00-00.

<https://doi.org/10.26898/2026-81>
УДК 631.4.633.812.62

ОСОБЕННОСТИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И БОНИТИРОВКИ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН)

Махмадалиев С.М., соискатель,
Караев Ш., канд. с.-х. наук, доцент, в.н.с.,
Каримова Ф.Дж., заведующий отделом

Институт почвоведения и агрохимии ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан
e-mail: sulton_11@mail.ru; fayzigul.karimova@mail.ru

Аннотация. В работе изучаются закономерности формирования экологической бонитетности почв и их влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур Гиссарской

долины Центрального Таджикистана. Цель исследования – оценка экологической пригодности почв агроценозов и разработка рекомендаций по рациональному использованию земель. Объектом исследования являются почвы и культуры фермерских хозяйств джамоата «Чуянгарон». Применялись описательный, лабораторный, картографический, статистический и полевой методы с расчётом коэффициентов пригодности. Результаты показывают наивысшую экологическую пригодность почв хозяйства Боев Худойберди и наименьшую – Джонмахмадова Абдулло. Основные ограничения плодородия – уплотнение почвы, низкий уровень гумуса и макроэлементов, каменистость и водный режим. Методика позволяет формировать рекомендации по удобрениям, севообороту и орошению.

Ключевые слова: экологическая бонитетность почвы, продуктивность культур, Гиссарская долина, агроэкологическая оценка

Рациональное использование и сохранение почвенного плодородия в условиях ограниченности земельных ресурсов является одной из приоритетных задач современного сельского хозяйства. Для Центрального Таджикистана, характеризующегося сложными природно-климатическими условиями и высокой антропогенной нагрузкой на агроландшафты, особую актуальность приобретает агроэкологическая оценка и бонитировка почв различных агроценозов. С целью решения поставленных задач определение экологической бонитетности почв и продуктивности сельскохозяйственных культур Гиссарской долины рассматривается как объект исследования. Данное направление исследований ориентировано на объективную оценку совокупности почвенных свойств, имеющих принципиальное значение для процессов роста и развития растений. Одновременно обоснование и внесение корректировок в показатели среднемноголетней урожайности сельскохозяйственных культур является важным условием повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Одним из эффективных инструментов оценки плодородия почв является *бонитировка* – комплексная методика, включающая химические, физические и биологические показатели почвы, а также учёт климатических и рельефных условий [2].

Академик К.П. Горшенин отмечал, что бонитировка почв является не только обобщающим этапом в познании сельскохозяйственной значимости почв, но как бы и ключевой позицией, с которой определяются задачи, стоящие перед другими сельскохозяйственными науками. Вот почему бонитировка почв – одна из наиболее сложных проблем науки о почве [1]. Агроэкологическая оценка земель – это оценка его плодородия, при которой, устанавливают, насколько выгодно возделывать ту или иную культуру на определенной территории. Без агроэкологической оценки сельскохозяйственный производитель может сеять культуру на поле, где она будет плохо расти и давать низкую урожайность [8].

Цель исследования – изучение особенности агроэкологической оценки и бонитировки почв в отношении возделывания различных агроценозов (зерновых, сады-виноградники и других культур) и их рационального использования в Гиссарской долины Центрального Таджикистана. В основе исследования лежит системный подход по единой унифицированной методике, сработанной И.И. Кармановым [6, 7] в Почвенном институте им. Докучаева с учетом новых научных подходов для зон нашей республики, учение о ландшафтах и почвообразовании, концепция адаптивно-ландшафтного земледелия, описательный (описание почвенных профилей, учёт агроценозов, отбор проб и лабораторные (анализ гумуса, N, P, K, pH, физические свойства), картографический и статистические методы, а также сравнительно-географический, агроэкологические (расчет гидротермических и увлажнительных коэффициентов), сравнительно-аналитический и полевой методы почвоведения.

Исследования проводились в 2017–2019 гг. в Гиссарской долине Центрального Таджикистана. Пояс горных коричневых почв простирается на высоте от 1200 до 2700 м над уровнем моря и характеризуется значительным разнообразием природных условий. Климат нижней части пояса можно охарактеризовать как умеренный, с мягкой зимой и теплым, сухим летом; годовая сумма атмосферных осадков превышает 500 мм, при этом максимальное их количество приходится на зимне-весенний период. В верхней части пояса климат более прохладный и влажный, что делает данный район самым влажным в Таджикистане; годовая сумма осадков здесь достигает 700–1000 мм. Такие климатические условия нижнего и среднего пояса благоприятны не только для возделывания зерновых и зернобобовых культур, но и для выращивания богарного винограда, инжира и граната [3].

Анализ структуры посевных площадей хозяйств джамоата «Чуянгарон» района Вахдат показал, что основную долю земель занимают овощные культуры – 45,6 % от общей площади пашни, что свидетельствует о высокой интенсивности использования почв под высокопродуктивные культуры, требующие повышенного агротехнического и агрохимического обеспечения. Зерновые культуры занимают 37,9 % площади, что указывает на ориентацию хозяйств на производство основных продовольственных продуктов и кормов для скота. Бобовые культуры (за исключением льна) занимают сравнительно небольшую долю – 3,2 %, что может отражать ограниченность их внедрения или специфические агрономические предпочтения хозяйств. Лен занимает 5,7 % посевных площадей, что свидетельствует о сохранении традиционных технических культур в севообороте. Многолетние плодовые насаждения и виноградники занимают 2,9 и 4,2 % соответственно, что указывает на частичное использование земель для садоводства и виноградарства и на ориентацию хозяйств на диверсификацию производства. Общая площадь пахотных земель составляет 614 га, что позволяет оценить масштабы агропроизводства и потенциал рационального использования земель с учетом их бонитетной оценки. Структура посевных площадей тесно коррелирует с качеством почв, климатическими условиями и уровнем агротехнического обеспечения, что создает возможности для дальнейшего планирования рационального севооборота и внесения удобрений с учетом показателей продуктивности [3-5]. Водные и физические свойства почвы (табл. 1) свидетельствуют о том, что верхние горизонты почвы уплотнены в результате постоянного использования.

Таблица 1

Основные водно-физические свойства почвы (Вахдат)

Горизонт почвы, см	Объемная масса, г/см ³	Удельный вес, г/см ³	Общая пористость, %	Полевая влажность, %	Наличие фракций < 0,01 мм, м ³ /га	Общая пористость
0–30	1,39	2,67	47,2	25,1	1047	45,5
30–43	1,43	2,71	42,5	22,7	747	47,5
43–61	1,49	2,72	40,5	21,5	577	46,5
61–93	1,46	2,68	46,9	21,7	1014	43,5
93–113	1,42	2,51	48,3	20,9	594	42,7
113–135	1,38	2,50	48,9	18,7	568	42,5

Из данных табл. 1 видно, что верхние горизонты почвы имеют более высокую объемную массу и меньшую пористость, что свидетельствует об их уплотнении вследствие постоянного использования.

Коэффициенты бонитетности отражают относительную плодородность почв на основании содержания гумуса и минерального азота. Расчёты проводились по горизонту 0–30 см и учитывались при интегральной оценке бонитетности земель фермерских хозяйств

джамоата «Чуянгарон». Анализ показателей показал, что наибольшая плодородность по содержанию гумуса и минерального азота наблюдается в хозяйстве Боев Худойберди (коэффициенты 0,95 и 0,60 соответственно), тогда как минимальные значения фиксируются у Джонмахмадова Абдулло (0,60 и 0,60). Различия между горизонтом 0–30 и 30–50 см свидетельствуют о значительном снижении плодородия в нижележащих слоях почвы.

Почвы хозяйства Боев Худойберди характеризуются наилучшими показателями: итоговый балл качества – 53,2, средний уровень плодородия с высоким содержанием гумуса, фосфора и калия, что делает их наиболее пригодными для орошаемого земледелия. Почвы хозяйств Сайдов Тагоймурод и Эшонзода Нур имеют средние показатели: у Сайдова – 31,3, что указывает на ограничения по плодородию, у Эшонзода – 42,1, что связано с ограниченным доступом воды и питательных веществ. Почвы Джонмахмадова Абдулло являются наименее пригодными для возделывания, с итоговым баллом 22,3, низким содержанием гумуса и макроэлементов, высокой каменистостью и затруднённым доступом к воде. Засоленность почв всех хозяйств минимальна. Плотность верхних горизонтов у хозяйств Сайдова и Эшонзода ограничивает развитие корневой системы, а высокая каменистость почв у Джонмахмадова затрудняет обработку. Глубина грунтовых вод максимальна у Эшонзода и ближе к поверхности у Сайдова и Боева. Агрохимические показатели подтверждают, что наилучший баланс гумуса, фосфора и калия отмечен в хозяйстве Боев Худойберди, а наихудший – у Джонмахмадова. В целом Боев Худойберди является наиболее пригодным хозяйством, Сайдов и Эшонзода требуют оптимизации агротехнических мероприятий, а Джонмахмадов сталкивается с наибольшими ограничениями для продуктивного земледелия [4].

Таблица 2

**Экологическая оценка для сельскохозяйственных культур в зоне коричнево-карбонатных почв
 Чуянгаронского джамоата, Вахдат, Гиссарская долина**

Культура	Коэффициент пригодности	Сайдов Т. (31,3)	Боев Х. (53,2)	Эшонзода Н. (42,1)	Абдулло Л. (22,3)
Зерновые	0,89	27,8	47,3	37,4	19,8
Кукуруза	0,90	28,1	47,8	37,8	20,0
Многолетние травы	1,0	31,0	53,2	42,1	22,3
Кукуруза на силос	1,01	31,6	53,7	42,5	22,5
Однолетние травы	0,96	30,0	51,0	40,4	21,4
Картофель	0,96	30,0	51,0	40,4	21,4
Подсолнечник	0,95	29,7	50,5	39,9	21,1

Баллы каждого хозяйства взяты из таблицы умножены на коэффициенты пригодности для соответствующих культур. Полученные значения отражают балл экологического бонитета, показывающий, насколько почва на данном участке подходит для выращивания конкретной культуры. Более высокий балл указывает на более благоприятные экологические условия для культуры. При умножении на корректирующие коэффициенты определяется балл экологического бонитета сельскохозяйственных культур для фермерских хозяйств Чуянгаронского джамоата. *Пример.* Средний показатель экологического состояния почвы в фермерских хозяйствах Чуянгаронского джамоата составляет 52,8 балла, тогда как средний балл хозяйства «Сайдов Тагоймурод» равен 31,3 балла. Если умножить на корректирующий коэффициент для зерновых культур, который равен 0,89, средний балл бонитета зерновых составит: $0,89 \times 31,3 = 27,8$.

Это показывает, что при выращивании зерновых на этих землях *невозможно получить желаемый урожай*. Аналогичным образом можно определить средние экологические баллы для других сельскохозяйственных культур.

Выводы. Применение комплексной методики позволяет определять средний бонитет почв орошаемых земель, рассчитывать коэффициенты экологической пригодности для различных культур и разрабатывать научно обоснованные рекомендации по повышению урожайности с учётом механического состава почвы, содержания гумуса, фосфора, калия и других элементов, включая минеральные удобрения, а также особенностей возделывания зерновых и кормовых культур.

Наибольшие показатели бонитетности отмечены в хозяйстве Боев Худойберди (итоговый балл 53,2), характеризующемся средней плодородностью почвы и высоким содержанием гумуса, фосфора и калия, что делает её наиболее пригодной для орошаемого земледелия. Почвы хозяйств Сайдов Тагоймурод (31,3) и Эшонзода Нур (42,1) демонстрируют средние показатели, ограниченные плодородием и доступностью воды и питательных веществ. Наименее пригодные почвы выявлены у Джонмахмадова Абдулло (22,3), с низким содержанием гумуса и макроэлементов, высокой каменистостью и затруднённым водоснабжением.

Анализ показал, что 64,6 % земель находятся в хорошем или среднем состоянии, тогда как 35,7 % требуют мелиоративных мероприятий для повышения продуктивности. Разработанная система классификации позволяет проводить экологическую и агропроизводственную оценку земель на уровне хозяйств, районов и областей, учитывая механический состав, климатические условия и содержание питательных веществ, а также эффективно планировать орошение, внесение удобрений и севооборот.

Список литературы

1. Асаева Т.Д. Бонитировка почв: учеб.-метод. пособие. - Владикавказ, 2021. - С. 3-5.
2. Караев Ш., Султонов М., Сангинов С.Р. Инструкция по бонитровке почв / НИИ почвоведения АСХН РТ. - Душанбе, 1995. - С. 4-11.
3. Караев Ш., Асозода Н.М., Махмадалиев С.М., Каримова Ф.Дж. Сохранение и повышение плодородия эродированных богарных коричневых карбонатных почв // Доклады ТАСХН. - 2018. - № 1 (55). - С. 14-19.
4. Караев Ш., Махмадалиев С.М., Каримова Ф.Дж. Использование материалов бонитировки почв на основе их плодородия в условиях Гиссарской долины // Доклады ТАСХН. - 2019. - № 2 (60). - С. 21-24.
5. Караев Ш., Махмадалиев С.М., Каримова Ф.Дж. Бонитировка и почвенно-экологическая оценка горных почв Таджикистана // Доклады ТАСХН. - 2018. - № 3 (57). - С. 17-20.
6. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Опыт разработки методики расчетов индексов ценности земель сельскохозяйственного назначения на почвенно-экологической основе // Роль почв в биосфере. - М.; Тула, 2003. - Вып. 3: Оценка и учет почвенных ресурсов. - С. 62-97.
7. Карманов И.И., Булгаков Д.С., Карманова Л.А. и др. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв // Почвоведение. - 2002. - № 7. - С. 850-857.
8. Кирюшина В.И., Иванова А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. - М., 2005. - С. 268-280.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТВЕТ РАСТЕНИЙ С НАРУШЕННЫМ СИНТЕЗОМ БРАССИНОСТЕРОИДОВ ПРИ ЗАСУХЕ

Мельник Д.С., студент

Научный руководитель – Ефимова М.В., канд. биол. наук, доцент

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
e-mail: melnik.darya.86@gmail.com

Аннотация. В условиях учащения экстремальных засух исследование механизмов адаптации растений к водному дефициту приобретает фундаментальное значение для продовольственной безопасности. Брассиностероиды (БС) рассматриваются как ключевые регуляторы стрессоустойчивости. Целью работы было оценить роль эндогенных БС в ответе фотосинтетического аппарата на засуху у *Arabidopsis thaliana*. В исследовании сравнивали дикий тип (Columbia) и мутантную линию *det2* с нарушенным синтезом брассинолида, моделируя засуху полным прекращением полива. Содержание пигментов определяли спектрофотометрически на 42-е сутки после посадки. Результаты выявили принципиально разные направленности адаптации. Мутантная линия *det2* отвечала на стресс активной аккумуляцией хлорофиллов и каротиноидов, демонстрируя стратегию усиления фотосинтетического потенциала. В отличие от него, дикий тип Col проявлял пассивную реакцию с деградацией пигментного аппарата. Полученные данные доказывают, что эндогенные брассиностероиды являются необходимым компонентом сигнальных каскадов, определяющих не просто степень, но и качественно разный тип адаптационного ответа – от активной перестройки до пассивного повреждения фотосистем при осмотическом стрессе.

Ключевые слова: *Arabidopsis thaliana*, брассиностероиды, засуха, *det2*, фотосинтетические пигменты

В контексте глобального изменения климата, сопровождающегося увеличением повторяемости и силы засушливых периодов, изучение последствий засухи для растительных организмов выходит на первый план [1]. Исследование физиолого-биохимических основ устойчивости к водному дефициту и разработка стратегий её повышения составляют научный фундамент для обеспечения продовольственной стабильности и создания резистентных агроисстем.

Значимость брассиностероидов (БС) для повышения засухоустойчивости определяется их уникальной ролью в растительном организме. Будучи важными регуляторами роста и развития, они также координируют комплексные адаптивные реакции на стрессовые воздействия [2]. Эта многофункциональность, наряду с их природным происхождением, открывает широкие перспективы для использования брассиностероидов в качестве безопасных и эффективных регуляторов, стабилизирующих урожай в условиях засухи.

Исследование проводили на растениях *Arabidopsis thaliana* L., отличающихся по эндогенному содержанию брассиностероидов – родительской линии экотипа Columbia и его мутантной линии *det2* с нарушенным синтезом брассинолида [3]. Для анализа было отобрано по 60 семян, треть из которых помещали в чашку Петри с дистиллированной водой, вторую часть – в 0,01 М раствор 28-гомобрассинолида (ГБЛ), третью – в 0,01 М раствор 28-гомокастестерона (ГКС).

Семена стратифицировали при температуре +4 °C в течение трёх суток. Далее семена проращивали на свету. Проростки высаживали в увлажнённый почвенный грунт. Сосуды были разделены на две равные группы. Первую – контрольную группу поливали каждые трое суток. Во второй группе моделировались условия засухи путём полного прекращения полива спустя 14 суток роста в почве.

Содержание фотосинтетических пигментов оценивали в листьях на 42 сутки роста растений арабидопсис в сосудах с почвой. Для оценки данного показателя листья растирали в жидком азоте, навеску около 20 мг переносили в 96 % этанол. Гомогенат центрифугировали. Полученный супернатант сливали в мерную пробирку, а осадок заливали спиртом для повторной экстракции. Итоговый объем вытяжки доводился до 1,5 мл. Оптическую плотность спиртового раствора оценивали при 470; 648,6 и 664,2 нм на спектрофотометре, содержание пигментов рассчитывали согласно формуле [4].

В оптимальных условиях гидратации мутантная линия *det2*, характеризующаяся нарушением биосинтеза brassinosteroidов, демонстрирует не подавление, а некоторое превышение содержания фотосинтетических пигментов относительно родительской линии. Суммарный пул хлорофиллов у *det2* составил 13,50, что на 13,3% выше, чем у Col. Эта тенденция прослеживается для всех измеряемых параметров: хлорофилла *a* (9,83 против 8,68), хлорофилла *b* (3,67 против 3,22) и каротиноидов (2,18 против 2,08). Данный факт позволяет предположить, что в отсутствие стресса дефицит эндогенных brassinosteroidов компенсируется иными регуляторными механизмами, возможно, приводящими даже к умеренной гиперкомпенсации в накоплении компонентов фотосинтетического аппарата.

Однако моделирование засухи привело к расхождению в реакциях двух генотипов, что указывает на ключевую роль brassinosteroidов именно в координации адаптационного ответа. Дикий тип Col реагировал на водный дефицит классической стрессовой реакцией, направленной на снижение метаболической нагрузки: содержание хлорофилла *a* падало на 28,3% (до 6,22), хлорофилла *b* – на 29,5% (до 2,27), а суммарное содержание хлорофиллов сократилось на 28,8% (до 8,48). Параллельно на 34,1% снизился уровень каротиноидов (до 1,37). Такая стратегия может рассматриваться как консервативная, нацеленная на минимизацию потенциального фотоокислительного повреждения при ограниченной доступности воды и закрытых устьицах.

Совершенно иную картину демонстрировала мутантная линия *det2*. Вместо снижения у этого генотипа наблюдается значительное увеличение содержания всех пигментов. На фоне засухи содержание хлорофилла *a* возросло на 16,1% (до 11,41), хлорофилла *b* – на 22,9% (до 4,51), а суммарные хлорофиллы достигли значения 15,93, что на 18,0% выше его собственного контроля и на целых 87,9% превысило показатель стрессированной родительской линии. Каротиноиды также накапливались, увеличиваясь на 18,8% (до 2,59). Таким образом, мутантная линия отвечала на осмотический стресс неадаптивной, гиперкомпенсаторной реакцией, направленной на усиление светособирающего аппарата.

Сравнительный анализ позволяет заключить, что эндогенные brassinosteroidы у дикого типа выполняют роль регулятора, обеспечивающего модуляцию ответа. Реакция мутантной линии *det2* на засуху качественно отличалась от реакции дикого типа и проявлялась в значительном накоплении фотосинтетических пигментов. Это указывает на то, что эндогенные brassinosteroidы являются необходимым фактором для реализации характерной для дикого типа стратегии снижения метаболической активности в ответ на дефицит воды. Отсутствие этого регуляторного звена у мутантной линии *det2* приводит к изменению системной координации метаболизма, в результате чего стрессовый стимул вызывает реакцию в виде накопления пигментов, демонстрируя стратегию усиления фотосинтетического потенциала. Эти данные подчеркивают, что brassinosteroidы являются интегральным компонентом сигнальных

сетей, определяющих не интенсивность, а саму схему адаптационного ответа растения на изменение условий среды.

Список литературы

1. Воробьёва Л.Н., Волкова Е.Ф., Санина А.Т. Тенденция изменения интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему // Сборник научных трудов ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». – 2023. – Вып. 190. – С. 38-52.
2. Ефимова М.В., Коломейчук Л.В., Бойко Е.В. и др. Физиологические механизмы устойчивости растений *Solanum tuberosum* L. к хлоридному засолению // Russian Journal of Plant Physiology. – 2018. – Т. 65. – № 3. – С. 196–206.
3. Коломейчук Л.В., Данилова Е.Д., Мурган О.К. и др. Эндогенные брассиностероиды (БС) вовлекаются в формирование солеустойчивости растений // Доклады Российской академии наук. Науки о жизни. – 2023. – Т. 511. – № 1. – С. 365-370.
4. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods in Enzymology. – 1987. – Vol. 148. – P. 350–382.

<https://doi.org/10.26898/2026-83>
УДК 631.433.3:631.417.1:631.8

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Миллер Е.И., м.н.с.,

Дёмин Е.А., канд. с.-х. наук, с.н.с.

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. В работе рассмотрено влияние минеральных удобрений на изменение баланса органического углерода в пахотном черноземе выщелоченном под посевами яровой пшеницы при различных гидротермических условиях. Установлено, что в умеренно увлажненный год на средне удобренных вариантах накопление углерода за вегетацию достигает 1,0 ц/га, в избыточно увлажненный на всех вариантах образуется отрицательный баланс.

Ключевые слова: баланс углерода, дозы удобрений, чернозем выщелоченный, яровая пшеница

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10005.

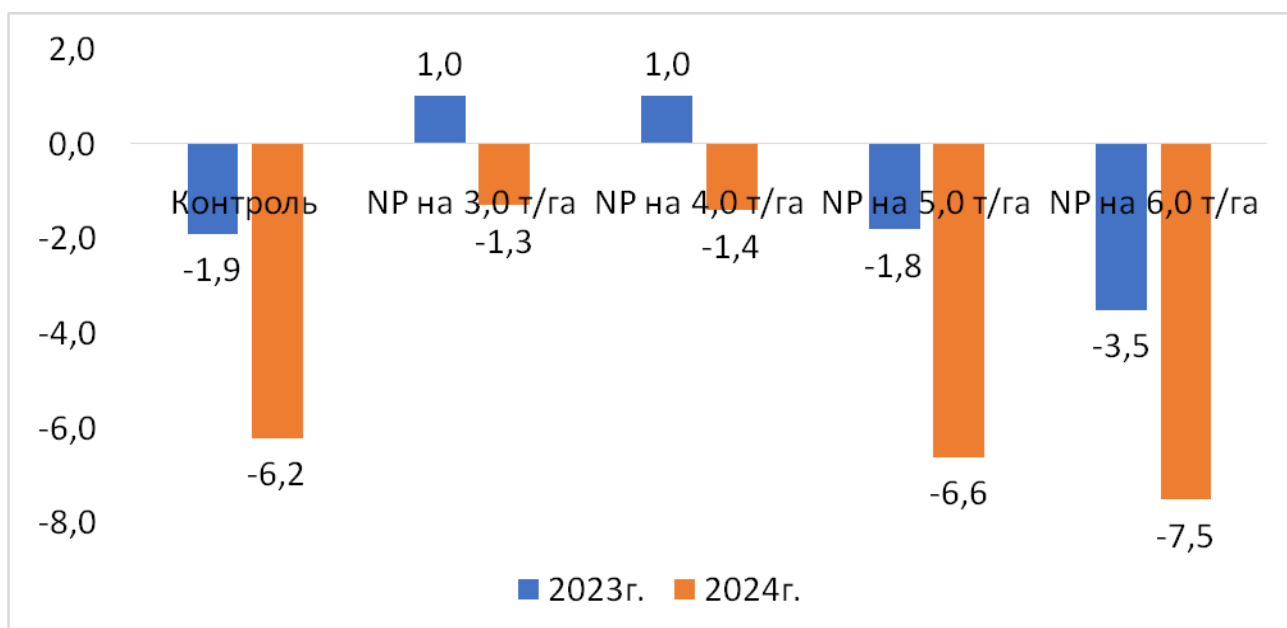
Введение. В современном мире особое внимание уделяется важным проблемам, а именно продовольственной безопасности населения и изменяющемуся климату. Сами по себе две эти проблемы взаимные. Связано это с круговоротом углерода в экосистемах, который входит в состав таких климатически активных газов, как метан и диоксид углерода, которые являются основными парниковыми газами, а также являются основными составляющими почвенного органического вещества и тканей растений [1]. Нарушения естественного процесса почвообразования при ведении сельского хозяйства приводит к изменению, протекающих в почве, процессов трансформации органического вещества, как в гумусовые, так и минеральные соединения из-за наращивания качественного и количественного состава микробиома почвы [2, 3]. Это, в свою очередь, может приводить к снижению содержания и запасов органического углерода в почвах, который является качественным показателем плодородия пашни, и

повышению эмиссии углекислого газа, что может негативно влиять на климат [4]. В последнее столетие в сельском хозяйстве активно используются минеральные удобрения для повышения урожайности культур, однако по различным данным их нерациональное использование без должного научного обоснования может приводить к снижению плодородия пашни, уменьшению запасов гумуса и повышению продуцирования диоксида углерода [5-7]. Ключевым фактором, определяющим достоверное влияние различных технологических операций в сельском хозяйстве, являются почвенно-климатические условия, а для прогнозирования дальнейших измерений погодные условия периода вегетации.

Цель исследований – установить влияние минеральных удобрений на изменение баланса углерода пахотного чернозема при различных гидротермических условиях.

Материалы и методы исследований. Исследование проводили в 2023-2024 годах на выщелоченном черноземе. Агротехника в исследовании была рекомендованной для зоны северной лесостепи Тюменской области. Смеха опыта была представлена вариантами с применением расчетных доз удобрений для получения планируемого урожая в диапазоне от 3,0 до 6,0 т/га зерна яровой пшеницы, а также контрольным вариантом, в котором удобрения не использовали. Более подробное описание схемы опыта и технологических операций представлено в ранее опубликованной работе [8]. Для определения изменения баланса углерода проводили измерения скорости почвенного дыхания через определенный интервал в 10-15 суток системой климатически активных газов и расчетным методом устанавливали отчуждение чистого углерода с гектара за вегетацию (май - октябрь). Для оценки возврата углерода в почву учитывали поступление углерода в почву с побочной продукцией, оставляемой на полях. На основании разности данных показателей в конкретные годы устанавливали баланс. Более подробно с методикой измерений и расчетом можно ознакомиться в представленной ранее работе [9]. Погодные условия 2023 года были умеренно увлажненными, индекс ГТК достигал 1,0 ед., а 2024 год был избыточно увлажненным, ГТК составлял 1,4 ед. При этом оба года исследований по температуре воздуха превосходили средние многолетние значения.

Результаты исследований. На контрольном варианте в умеренно увлажненный 2023 год была отмечена потеря органического углерода из почвы на уровне 1,9 ц/га за вегетацию яровой пшеницы (см. рисунок). На вариантах с применением высокой дозы удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерна потери углерода были на уровне контроля, однако при использовании более высокой дозы на уровне 6,0 т/га зерна изменение углерода в почве было более негативным и составляло за сезон -3,5 ц/га.



Стоит отметить, что на средне удобренных вариантах (NP на 3,0 и 4,0 т/га зерна) в умеренно увлажненный год удавалось накопить в почве до 1,0 ц/га органического углерода. Это подтверждается исследованиями других авторов при длительных стационарных исследованиях, где наблюдался незначительный прирост запасов углерода в пахотном слое чернозема выщелоченного при использовании средних доз минеральных удобрений [10]. В избыточно увлажненный год ситуация была более серьезная, на всех вариантах был отрицательный баланс углерода за вегетацию, который на контроле и высоко удобренных вариантах достигал значений в 6,2–7,5 ц/га. На средне удобренных вариантах он составлял -1,3...-1,4 ц/га. Существенные различия в изменении баланса углерода в пахотном черноземе в зависимости от гидротермических условий связаны с различным получением основной и побочной продукцией, и в большей степени с биологической активностью почвы, которая в более увлажненный и теплый период активно участвует в разложении органического вещества, и оставляемая на полях побочная растительная продукция не может в полной мере восполнить потребность.

Заключение. В годы с ГТК на уровне 1,0 ед. на вариантах без применения удобрений и высоко удобренных вариантах потеря углерода за вегетацию достигает 1,8–3,5 ц/га. На среднеудобренных вариантах накопление углерода составляет 1,0 ц/га за вегетацию. При ГТК на уровне 1,4 ед. на всех вариантах отмечается отрицательный баланс углерода за вегетацию.

Список литературы

1. Архипенко И.А., Капица Е.А., Горшков В.В. и др. Позднеосенняя суточная динамика эмиссии диоксида углерода из почвы зеленых насаждений г. Санкт-Петербурга // Агрофизика. – 2025. – № 3. – С. 1–8.
2. Майоров А.Н., Ларионов М.В. Экологические особенности эмиссии диоксида углерода при различных способах землепользования на дерново-подзолистых почвах // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2025. – № 3 (65). – С. 23–28.
3. Годунова Е.И., Тимохина О.В. Скорость эмиссии двуокиси углерода в зависимости от интенсивности использования пашни на чернозёмных почвах полигона «Агроландшафт» // Сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 3 (18). – С. 25–32.

4. Караулова Л.Н., Чуян О.Г., Афонченко Н.В. и др. Биологическая активность и содержание гумуса пахотных почв в зависимости от рельефа, климатических условий и сельскохозяйственных культур // Земледелие. – 2025. – № 2. – С. 27–33.
5. Чуян Н.А., Масютенко Н.П., Брескина Г.М. Эмиссия CO₂ из чернозема типичного слабоэродированного в условиях применения агробиотехнологии // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2025. – № 6. – С. 37–42.
6. Ахтямова А.А., Еремин Д.И. Агроэкономическое обоснование запашки соломы яровой пшеницы при использовании возрастающих доз минеральных удобрений в лесостепи Зауралья // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 10 (199). – С. 121–128.
7. Еремин Д.И., Любимова А.В. Изменение содержания азота и углерода в растительных остатках сельскохозяйственных культур в процессе их трансформации в темно-серой лесной почве Зауралья // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38. – № 11. – С. 13–18.
8. Демин Е.А., Миллер С.С., Ахтямова А.А. Влияние минеральных удобрений и температуры почвы на эмиссию углекислого газа в посевах яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Зауралья // Земледелие. – 2024. – № 1. – С. 17–22.
9. Демин Е.А., Миллер С.С. Влияние температуры и влажности почвы на продуцирование диоксида углерода под действием различных способов основной обработки в условиях Зауралья // Зерновое хозяйство России. – 2025. – Т. 17. – № 1. – С. 98–105.
10. Еремин Д.И., Ахтямова А.А. Минерализация гумуса в пахотном черноземе при использовании минеральных удобрений // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 16–18.

<https://doi.org/10.26898/2026-84>
УДК 633.321

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ БИТОРФИНОМ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Монгуш Л.Т., зав. лабораторией

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Кызыл, Россия
e-mail: lilya.mongush.60@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований проведенных на опытно-экспериментальном поле Тувинского НИИСХ в 2022-2024 гг. по инокуляции семян многолетних трав микробиологическим препаратом Биоторфин-Б. Объектами исследования являлись люцерна, эспарцет, донник. Установлено, что предпосевная инокуляция семян препаратом Биоторфин способствовала повышению урожайности зеленой массы изучаемых многолетних бобовых трав. Наибольшая урожайность была получена у эспарцета - 36,73 т/га. Наиболее высокая прибавка к контролю отмечена у люцерны, урожайность составила - 26,07 т/га, что на 8,45 т/га (48,0 %) выше, чем на необработанном варианте. Урожайность эспарцета превысила контроль - на 9,86 т/га (36,49 %), донника - на 7,35 т/га (27,0%) достигнув 34,24 т/га. Положительное действие обработки семян Биоторфином-Б выявлено при оценке продуктивности изучаемых многолетних трав. Сравнение средних значений продуктивности за 3 года показало, что вариант с обработкой превысили контрольный вариант у всех изучаемых трав. Лучшие показатели по выходу сухого вещества, энергоемкости и переваримого протеина

отмечен у эспарцета: 11,1 т/га, 160,9 ГДж/га, 178,69 т/га соответственно. Исследование подтверждает, что биологическая инокуляция семян - перспективное направление для повышения продуктивности кормопроизводства в засушливых условиях республики.

Ключевые слова: эспарцет, люцерна, донник, Биоторфин-Б, инокуляция, урожайность

Введение. В Республике Тыва животноводство традиционно является основной отраслью сельского хозяйства. Этому способствовали разнообразные природные, социальные и экономические условия, включая наличие огромных пастбищных территорий, высокая степень адаптации скота к местным условиям, а также сравнительно невысокие затраты труда на содержание животных. По статистическим данным, в 2024 году на долю животноводческой продукции приходилось 80 % продукции сельского хозяйства, что показывает важную роль животноводческой отрасли в экономике республики. Однако по сравнению с 2020 годом произошло снижение поголовья мелкого и крупного рогатого скота и наряду с этим следует отметить низкую продуктивность скота, особенно молочную [1].

Низкая продуктивность животных обусловлена небольшой продуктивностью естественных сенокосов и пастбищ и низким качеством заготавливаемых кормов [2]. Получить высококачественные корма возможно при использовании высокобелковых бобовых многолетних трав. Одним из методов повышения их урожайности и продуктивности является предпосевная инокуляция семян клубеньковыми бактериями. Использование азотсодержащих инокулянтов увеличивает урожайность на 25–30 %, повышает содержание высококачественного белка в кормах на 1,2 %, способствует экономии азотных удобрений (50–200 кг/га), позволяет оставлять на поле растительные остатки, обогащенные азотом, и повышает доступность азота для растений. Также это повышает устойчивость растений к засухе и экстремальным температурам [3, 4].

Целью исследования является оценка влияния инокуляции семян на формирование урожая и на продуктивность многолетних бобовых растений в степной зоне Республики Тыва.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2022-2024 гг. на опытно-экспериментальном поле Тувинского НИИСХ. Объектами были многолетние бобовые травы: люцерна, эспарцет, и донник желтый. Предпосевная обработка почвы проводится согласно зональной системе земледелия. Посев многолетних трав проведен в 2022 и 2023 годах. Закладка опытов, наблюдения и учеты, отбор растительных образцов на химический анализ проводились на основе общепринятых методик [5]. Опыт однофакторный. Повторность четырехкратная, вариантов 6, количество делянок 24. Размещение вариантов систематическое, площадь учетной делянки 36 м². Предпосевная обработка семян многолетних бобовых трав Биоторфином-Б проводилась полусухим способом. Лабораторные исследования химического состава и питательности кормов проводились в ФГБУ ГСАС «Тувинская». Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью пакета прикладных программ SNEDECOR V4 [6].

Результаты исследований. Годы исследований характеризовались разнообразием и неравномерным распределением атмосферных осадков в течение вегетационного сезона. Самым благоприятным был 2023 год, когда выпало 288,2 мм осадков. Очень засушливым оказался 2024 год, суммой осадков 137,1 мм.

В результате исследований выявлено, что предпосевная инокуляция семян препаратом Биоторфин-Б способствовала повышению урожайности зеленой массы изучаемых многолетних бобовых трав. Наибольшая урожайность была получена эспарцетом - 36,73 т/га. Наиболее высокая прибавка к контролю отмечена у люцерны: её урожайность составила - 26,07 т/га, что на 8,45 т/га (48,0 %) выше, чем на необработанном варианте. Урожайность эспарцета превысила

контроль на 9,86 т/га (36,49 %), донника - на 7,35 т/га (или 27,0%), достигнув 34,24 т/га (см. таблицу).

Травостои с инокулированными семенами по всем изучаемым показателям продуктивности превысили контрольный вариант. Наибольший выход сухого вещества отмечен у эспарцета (3,45 т/га), затем у люцерны (2,96 т/га) и донника (2,71 т/га). Аналогичная тенденция наблюдалась и по выходу кормовых единиц с гектара: максимальное превышение над контролем зафиксировано у донника на 3,48 (тыс. корм. ед./га), у люцерны (3,1 тыс.) и эспарцета (1,65 тыс.). Наибольшей энергоемкостью характеризовался эспарцет с Биоторфином-Б – 160,29 ГДж/га, что на 42,66 ГДж/га выше контроля. Превышение над контролем у люцерны (119,13 ГДж/га) составил 42,15 ГДж/га, донника (148,91 ГДж/га) – 48,91 ГДж/га. Лучшим показателем по выходу переваримого протеина характеризуется эспарцет с Биоторфином-Б (178,69 т/га), что выше контрольного варианта без обработки на 56,48 т/га. На втором месте - донник (163,30 т/га), превысивший контроль на 47,08 т/га, третье место занимает люцерна (144,63 т/га; на 58,81 т/га выше контроля).

Средняя урожайность зеленой массы и продуктивность многолетних трав за 2022-2024 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Сухое вещество, т/га	Кормовые единицы, тыс.	Обменная энергия, ГДж/га	Переваримый протеин, т/га
Люцерна (контроль)	17,62	5,24	5,60	76,78	85,82
Люцерна + Биоторфин-Б	26,07	8,20	8,70	119,13	144,63
Эспарцет (контроль)	26,87	8,05	9,05	117,63	122,21
Эспарцет + Биоторфин-Б	36,73	11,1	10,70	160,29	178,69
Донник желтый (контроль)	26,89	7,30	7,22	101,95	116,22
Донник желтый + Биоторфин-Б	34,24	10,0	10,70	148,91	163,30

Из изучаемых трав абсолютный лидер почти по всем показателям - эспарцет, только по выходу кормовых единиц уступает люцерне и доннику. По результатам исследований установлено, что инокуляция семян повышает выход переваримого протеина - на 47,0-56,0 т/га, энергоемкость - на 42,0-47,0 ГДж/га.

Заключение. Предпосевная обработка семян многолетних бобовых культур биопрепаратами клубеньковых бактерий в условиях степной зоны Республики Тыва способствовала повышению урожайности и продуктивности. Наибольшая урожайность была получена эспарцетом - 36,73 т/га. Наиболее высокая прибавка к контролю отмечена у люцерны: её урожайность составила - 26,07 т/га, что на 8,45 т/га (48,0 %) выше контроля. По всем показателям продуктивности варианты с обработкой превысили контрольный вариант. Лучшие показатели по выходу сухого вещества, обменной энергии и переваримого протеина отмечены у эспарцета со следующими показателями: 11,1 т/га, 160,9 ГДж/га, 178,69 т/га.

Список литературы

1. Болат-оол Ч.К., Канзываа С.О., Ховалыг Н.А., Куулар А.Э. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. - 2025. - № 2 (82). - С. 105–112.
2. Монгуш Л.Т. Заготовка качественных кормов в условиях Республики Тыва // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Сибирского региона и сопредельных территорий. – 2024. – № 6. – С. 132-134.

3. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Агроэкология и рациональное природопользование в растениеводстве Дальнего Востока // Агронаука. – 2023. – Т. 1. – № 2. – С. 38–45.
4. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И. Влияние микробиологических препаратов на симбиотическую деятельность и продуктивность многолетних бобовых трав // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2 (50). – С. 44-51.
5. Шпаков А.С., Новоселов Ю.К., Харьков Г.Д. и др. Методические основы полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 2024. – 332 с.
6. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-85>
УДК 632.937

АНТИФУНГАЛЬНАЯ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS EXTREMORIENTALIS* PHS1 ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА РАЗНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СУБСТРАТА

Моргацкая П.В., студент

Научный руководитель – Минаева О.М., канд. биол. наук, доцент

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

e-mail: polinaglor@gmail.com; mom05@mail.com

Аннотация. В данной работе проанализирована возможность использования разных источников углерода для создания биопрепарата с фунгистатическими и ростостимулирующими свойствами на основе бактерий *P. extremorientalis* PhS1. Наибольшей фунгистатической активностью обладали бактерии, выращенные на минеральных питательных средах с маннитом, глюкозой и сахарозой, по сравнению с эталонным вариантом уменьшение общей зараженности достигало 1,8–2,1 и 1,3 раз соответственно, а наибольшей ростостимулирующей активностью – с маннитом, глюкозой и глицерином, статистически значимое увеличение длины проростков пшеницы на 17-25% и увеличение количества корней первого порядка на 10-15% относительно контроля.

Ключевые слова: производство биопрепаратов, *Pseudomonas*, источник углерода, субстрат, фунгицид, ростостимулятор

С повышением спроса на биопрепараты всё больше крупных агрохимических производств инвестируют в данное направление защиты растений. Один из двух важных составляющих производства биопрепаратов, от которого будет зависеть стоимость и эффективность применения биопрепаратов – это субстрат. Самыми доступными субстратами при производстве биопрепаратов являются белки, но плохо подходят для крупнотоннажного производства, так как способствуют контаминации, разнородны по своему биохимическому составу и на них сложно отрабатывать технологии получения биопрепарата. Наиболее привлекательными субстратами выглядят углеводы и многоатомные спирты [1].

Бактерии рода *Pseudomonas* – распространенные сапротрофные бактерии, они заселяют ризосферу как естественные регуляторы фитопатогенных микроорганизмов. Бактерии

характеризуются активным ростом, хорошо усваивают различные органические субстраты, продуцируют сидерофоры, бактериоцины и антибиотики, а также стимуляторы роста растений.

На рынке Российской Федерации представлены достаточно большое количество биопрепаратов, однако продолжается поиск новых эффективных штаммов, со стабильными свойствами и способностью использовать более дешевые энергетические субстраты, что значительно удешевляет конечную стоимость биопрепаратов на их основе.

Цель работы – изучение возможности использования различных источников углерода в качестве единственного энергетического субстрата бактериями *Pseudomonas extremorientalis* PhS1 и их фунгистатические и ростостимулирующие свойства при наработке биомассы на синтетических питательных средах.

Бактерии *Pseudomonas extremorientalis* PhS1 изолированы из копролитов дождевых червей (*Eisenia fetida*) после одного месяца их культивирования на торфоновозном субстрате в соотношении 1:2 соответственно, путем прямого высева на мясо-пептонный агар (далее МПА). Штамм отбирался в предварительном скрининге на наличие фунгистатической и ростостимулирующей активностей в лабораторных тестах [2]. В качестве тест-объекта использовали семена яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Калико.

Возможность использования бактериями *P. extremorientalis* PhS1 углеводов и многоатомных спиртов в качестве единственного энергетического субстрата оценивали по наличию роста на плотных питательных средах с добавлением источника углерода в количестве 2 г/л. В качестве источника углерода рассмотрены сахароза, фруктоза, глюкоза, глицерин, маннит, ксилоза, лактоза, мальтоза, сорбит, ацетат и цитрат натрия. Эксперимент проводился в пяти повторностях относительно каждого варианта. Эталонном являлась классическая питательная среда для аммонификаторов – МПА.

После определения оптимальных источников углерода был поставлен эксперимент, в ходе которого из предварительно подготовленной накопительной культуры засеивались колбы с минеральной средой М9, содержащие отобранные раннее источники углерода в объеме 2 г/л, объем колбы 500 мл, объем среды 100 мл, объем вносимой накопительной культуры 1 мл. Инкубирование проходило в течении трех суток при комнатной температуре 21 °С, при постоянном помешивании на мешалке при 180 об/мин. По окончании культивирования проводили стандартный фитопатологический анализ [3] семян яровой пшеницы, бактеризованных полученными культурами с численностью около 10^6 клеток/мл. О наличии ростостимулирующей активности судили по увеличению всхожести семян, длины проростков и количества корней в вариантах с бактеризацией по сравнению с контролем без бактеризации. О наличии антифунгального эффекта – по снижению количества семян с признаками семенных инфекций по сравнению с контролем (обработка водой без добавления бактериальной культуры).

Проведенный анализ субстратов на возможность использования бактериями *P. extremorientalis* PhS1 в качестве единственного источника углерода и последующий анализ рынка сырья по стоимости и доступности этих субстратов показал, что источники углерода, которые способны утилизировать исследуемые бактерии, можно расположить в следующей последовательности по увеличению их стоимости: сахароза, глюкоза, фруктоза, глицерин, маннит. Таким образом, для проведения дальнейших исследований в качестве энергетических субстратов для бактерий *P. extremorientalis* PhS1 были отобраны следующие углеводы: сахароза, фруктоза, глюкоза и многоатомные спирты: глицерин и маннит.

В таблице представлены данные о всхожести и зараженности семян пшеницы при бактеризации культурами, полученными на синтетических средах с разными энергетическими субстратами по сравнению с эталоном (использование натуральной среды, МПБ).

Всхожесть и зараженность возбудителями семенной инфекции семян пшеницы при обработке культуральной жидкостью *P. extremorientalis* PhS1, выращенных на субстратах, содержащих различные источники углерода, %

Источники углерода	Всхожесть	Пораженность	Из них			
			фузариоз	альтернариоз	плесени	бактериоз
Без бактеризации	90 ^{+2,3} _{-2,5}	19 ^{+5,5} _{-3,8}	5,5 ⁺² _{-1,7}	0	10,5 ^{+2,6} _{-2,3}	3 ^{+1,5} _{-1,2}
Мясной экстракт, пептон (МПБ)	87 ^{+5,9} _{-7,2}	14,5 ^{+7,5} _{-6,2}	6 ^{+5,5} _{-3,8}	0,5 ^{+2,3} _{-0,5}	6 ^{+5,5} _{-3,8}	2 ^{+3,7} _{-1,8}
Сахароза	90 ^{+5,1} _{-6,6}	7 ^{+5,8*} _{-4,1}	6 ^{+5,5} _{-3,8}	0	0	1 ^{+2,9} ₋₁
Фруктоза	84 ^{+6,5} _{-7,8}	8 ^{+6,1*} _{-4,4}	4 ^{+4,7} _{-2,9}	0	3 ^{+1,5} _{-1,2}	1 ^{+2,9} ₋₁
Маннит	86 ^{+6,1} _{-11,7}	7 ^{+5,8*} _{-4,1}	5 ^{+5,1} _{-3,4}	0	2 ^{+3,7} _{-1,8}	0
Глюкоза	89 ^{+5,3} _{-6,9}	7 ^{+5,8*} _{-4,1}	0	0	4 ^{+4,7} _{-2,9}	3 ^{+1,5} _{-1,2}
Глицерин	75±8,49*	11 ^{+6,8} _{-5,3}	6 ^{+5,5} _{-3,8}	0	5 ^{+5,1} _{-3,4}	0

*Статистически значимое отклонение от контроля.

Данные демонстрируют, что наименьшая общая зараженность отмечена при бактеризации семян *P. extremorientalis* PhS1, выращенными на питательной среде со следующими субстратами: сахарами и маннитом. Уменьшение общей зараженности отмечено при бактеризации по сравнению с контролем (без бактеризации) достигало 2,4–2,7 раз в зависимости от варианта. Наблюдали понижение общей пораженности семян по сравнению с контролем при бактеризации суспензией *P. extremorientalis* PhS1, выращенных на глицерине (в 1,7 раз меньше зараженности в контроле). По сравнению с эталонным вариантом уменьшение общей зараженности достигало 1,8–2,1 и 1,3 раз соответственно.

Если оценивать биологическую активность по влиянию на возбудителей отдельных инфекций, то можно отметить полное подавление развития грибов рода *Fusarium* в варианте с обработкой семян бактериями *P. extremorientalis* PhS1, выращенными на глюкозе.

Данные, полученные при оценке всхожести семян, показывают, что применения разных энергетических субстратов для культивирования бактерий *P. extremorientalis* PhS1 не оказало значимого влияния на всхожесть. Исключение составлял вариант бактерилизации суспензией бактерий *P. extremorientalis* PhS1, культивировавшийся на глицерине, в котором наблюдается уменьшение всхожести на 20% по сравнению с контролем. Наличие ростостимулирующей активности также судили по количеству корней первого порядка (рис. 1) и длине проростка пшеницы.

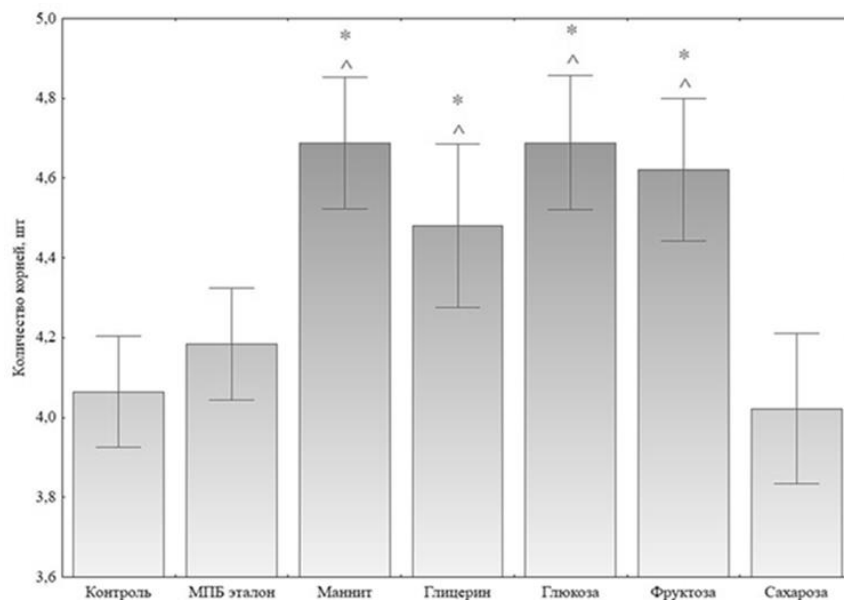


Рис. 1. Количество корней первого порядка у проростков пшеницы при бактеризации *P. extremorientalis* PhS1, выращенными на средах с разными источниками энергетического субстрата.
* – статистически значимое отличие от контроля ($p < 0,05$); ^ – статистически значимое отличие от эталонного варианта ($p < 0,05$)

Экспериментальные данные показывают, что использование всех источников углерода в качестве энергетического субстрата для культивирования бактерий *P. extremorientalis* PhS1, исключая сахарозу, оказало значимое влияние на увеличение количества корней первого порядка у проростков пшеницы при бактеризации. Увеличение количества корней первого порядка у проростков пшеницы при бактеризации по сравнению с контролем составило 10-15%, по сравнению с эталонным вариантом (МПБ) – 7-12%.

Из полученных данных (рис. 2) мы отметили снижение длины проростков пшеницы при бактеризации *P. extremorientalis* PhS1 эталонным вариантом почти в 2 раза по сравнению с контролем без бактеризации. В вариантах с применением маннита, глюкозы и глицерина в качестве субстрата для культивирования бактерий *P. extremorientalis* PhS1 отмечено статистически значимое увеличение длины проростков пшеницы на 17-25% относительно контроля. Варианты с применением фруктозы и сахарозы в качестве субстрата для культивирования бактерий *P. extremorientalis* PhS1 значимого влияние на длину проростков не отмечено.

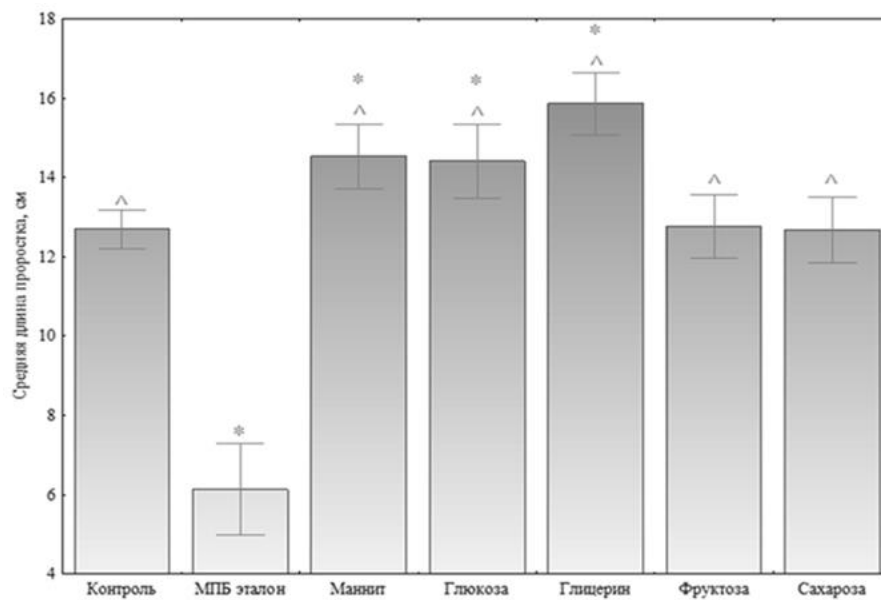


Рис. 2. Длина проростков пшеницы при бактерилизации *P. extremorientalis* PhS1, выращенными на средах с разными источниками энергетического субстрата. Усл. обозн. см. на рис. 1

Из анализируемых источников углерода наибольшей фунгастатической активностью обладали бактерии, выращенные на минеральных питательных средах с маннитом, глюкозой и сахарозой, а наибольшей ростостимулирующей активностью – с маннитом, глюкозой и глицерином. На основании комплекса полученных экспериментальных данных можно рекомендовать применение маннита в качестве единственного энергетического субстрата для производства биопрепарата на основе *P. extremorientalis* PhS1.

Список литературы

1. Фауст Е.А. Основы биотехнологии: краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология». - Саратов: СГАУ, 2015. - 52 с.
2. Акимова П.А., Блинова О.М., Минаева Н.Н., Кравец А.В. Оценка активности бактериальных штаммов в модельных экспериментах // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснообск, 2013. – С. 11–14.
3. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности. - Томск: НИ ТГУ, 2018. - 130 с.

ИЗУЧЕНИЕ ФУНГИЦИДНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НОВОХИЗОЛЯ В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Орлова Е.А.¹, канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Бехтольд Н.П.¹, канд. с.-х. наук, н.с.,
Щербань А.Б.², д-р биол. наук, в.н.с.,
Фоменко В.В.³, канд. хим. наук, н.с.

¹Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал
Института цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

²Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»,
Новосибирск, Россия

³Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск,
Россия

e-mail: Orlova.lena10@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты изучения эффективности новых биологических комплексных препаратов, созданных на основе Новохизоля, в защите яровой мягкой пшеницы от корневых гнилей и облигатных патогенов (мучнистая роса, бурая ржавчина) в условиях лесостепи Приобья, а также влияние их на элементы урожая.

Ключевые слова: Новохизоль, корневая гниль, мучнистая роса, бурая ржавчина, яровая пшеница, урожайность

Введение. Болезни яровой пшеницы, вызываемые патогенными микроорганизмами, оказывают большое влияние на снижение урожая и ухудшения качества семян этой культуры. Среди них бурая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса, септориоз относятся к числу наиболее опасных, потери урожая от которых могут составлять 20-70% [1]. В последние годы в растениеводстве активно ведется поиск средств защиты растений, основанных на использовании биологических препаратов – индукторов болезнеустойчивости. Полисахарид хитозан является наиболее изученным биопестицидом, способным индуцировать комплексную неспецифическую РАР (pathogen-associated molecular pattern) – систему иммунитета, обеспечивая тем самым устойчивость растений не только к биотическим, но и абиотическим стрессорам. Также многими исследователями отмечается способность хитозана активировать ростостимулирующие процессы в растениях [2, 3]. Однако, несмотря на значительное число положительных эффектов хитозана, его использование в растениеводческой системе в чистом виде ограничено из-за ряда недостатков, таких как плохая растворимость в нейтральных или щелочных средах (почве или водном растворе), низкая стабильность, зависимость полученных эффектов от размера молекул [4].

Новохизоль – производное хитозана имеет ряд преимуществ: повышенную химическую стабильность, растворимость, низкую степень биodeградации. В отличие от линейной молекулы хитозана молекула новохизоля имеет глобулярную, близкую к сферической, форму (<https://www.novochizol.ch>). Такой молекулярный дизайн дает ему ряд преимуществ перед хитозаном: способность удерживать в составе глобул различные вещества активного действия, например фунгициды, и медленно высвобождать их. Уникальные возможности новохизоля позволяют комбинировать с ним практически любые вещества (низко- и высокомолекулярные, гидрофильные, гидрофобные, даже нерастворимые). Различные способы комбинирования

новохизоля с БАВ дают возможность регулировать дозу активного компонента и скорость его высвобождения, степень адгезии и другие параметры [1].

Учитывая это, нами в рамках проекта были проведены исследования, целью которых явилось изучить влияние композиций Новохизоля на фитосанитарное состояние посевов яровой мягкой пшеницы в зависимости от способов их применения и установить их влияние на элементы структуры урожая.

Схема опытов по испытанию композиций Новохизоля

Опыт 1	Предпосевное протравливание семян	Контроль	Селес Топ КС	НВХЗ 1% + Хитозан 1%	НВХЗ 2% + ЭКСсиб 0,7%
Опыт 2	Предпосевное протравливание семян + обработка растений в период вегетации	Контроль	Селес Топ КС Абакус Ультра СЭ	НВХЗ 1% + Хитозан 1%	НВХЗ 2% + ЭКСсиб 0,7%
Опыт 3	Обработка растений в период вегетации	Контроль	Абакус Ультра СЭ	НВХЗ 1% + Хитозан 1%	НВХЗ 2% + ЭКСсиб 0,7%

Схема полевого опыта представлена в таблице. В опыте № 1 изучали эффективность предпосевной обработки семян новыми препаратами на основе Новохизоля. Норма расхода препаратов – 0,6 л/т, химического протравителя семян Селес Топ КС – 1,2 л/т. В опыте № 2 изучали влияние испытуемых препаратов на фитосанитарное состояние посевов при предпосевной обработке семян и опрыскивании растений в период вегетации. При обработке вегетирующих растений в качестве химического контроля использовали фунгицид Абакус Ультра, СЭ, норма расхода рабочего раствора при обработке растений – 200 л/га. В опыте № 3 изучали влияние испытуемых препаратов путем опрыскивания растений в период вегетации.

Материалы и методы. Композиции Новохизоля были получены в ФГБНУ «Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук» (НПОХ СО РАН), для приготовления которых использовали хитозан производства ChitoClear® cg1600 Product Code 42040 (Исландия), выделенный из экзоскелета креветки *Pandalus borealis*, и Новохизоль, предоставленный компанией NOVOCHIZOL SA, Monthey, Switzerland (www.novochizol.ch). Научные исследования проводили в 2023-2024 гг. в СибНИИРС – филиала Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск). Полевые эксперименты закладывали на изолированном фитопатологическом участке. Почвы участка представлены черноземом выщелоченным среднесуглинистым малогумусным среднесуглинистым. Опыты размещали по паровому предшественнику. Для оценки эффективности изучаемых препаратов использовали восприимчивый к болезням сорт яровой пшеницы сибирской селекции Новосибирская 29. Посев проводили в оптимальные для культуры сроки: в 2023 г – 16 мая, в 2024 г - 18 мая селекционной сеялкой ССФК-7, норма высева 6 млн семян/га. Обработка почвы: ранневесеннее боронование, предпосевная культивация, внесение азотных удобрений (аммофос в дозе 100 кг/га), прикатывание до и после посева. Площадь опытных делянок 2,2 м², расположение последовательное, повторность 3-кратная. Обработку вегетирующих растений препаратами проводили в фазы кущения и колошения аккумуляторным опрыскивателем USB Garden Sprayer GS811 до появления на растениях мелко дисперсионных капель. Через сутки растения инокулировали суспензией спор мучнистой росы и бурой ржавчины. Для оценки интенсивности поражения растений бурой ржавчиной использовали шкалу Петерсона (Peterson et al., 1948); оценку поражения мучнистой

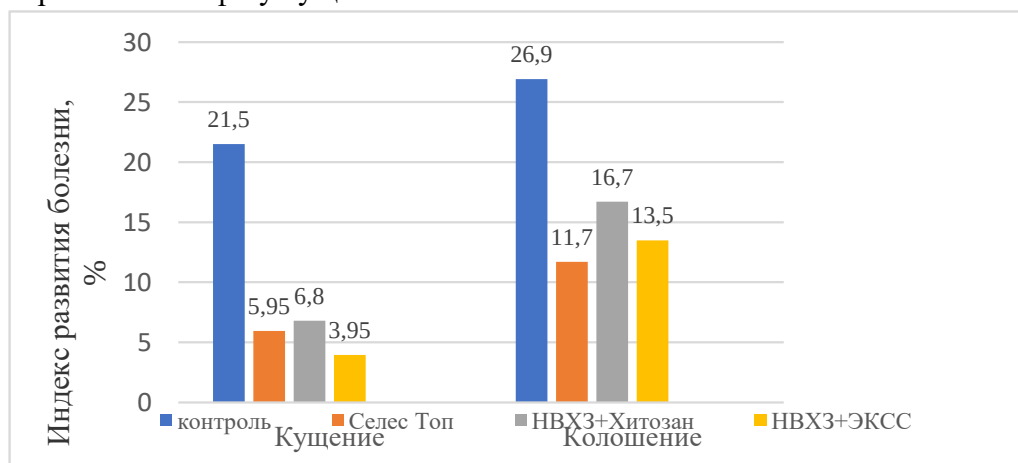
росой проводили согласно методическим рекомендациям под редакцией Радченко (2008). В качестве показателя, характеризующего влияние хитозановых комплексов на неспецифическую устойчивость растений, использовали критерий скорости нарастания развития болезни (площадь под кривой развития болезни (ПКРБ)), выраженную в условных единицах, которую рассчитывали по формуле

$$S = 0,5x (X_1 + X_2) (t_2 - t_1) + \dots 0,5x (X_{n-1} + X_n) (t_n - t_{n-1}),$$

где S – площадь под кривой развития болезни; X_1 – развитие болезни на момент первого учета; X_2 – развитие болезни на момент второго учета; X_n – развитие болезни на момент последнего учета; $(t_2 - t_1)$ – количество дней между последним и предпоследним учетом; n – количество учетов.

Первый учет на поражение растений листо-стеблевыми болезнями проводили через десять дней после инокуляции, последующие с интервалом в 7-10 дней. Степень поражения растений корневыми гнилями определяли в фазы кущения и колошения согласно принятым методикам [5, 6]. При определении структуры урожая учитывали количество продуктивных стеблей на m^2 , длину главного колоса, число колосков в колосе, массу зерна с растения, массу 1000 зерен. Учет продуктивности пшеницы проводили путем обмолота колосьев комбайном Сампо 130, урожай приводили к 100% чистоте и 14% влажности. Для обработки статистических данных использовали пакет программ Snedecor.

Результаты и обсуждение. Метеоусловия в период проводимых исследований существенно различались по годам. Вегетационный период 2023 года характеризовался как недостаточно увлажненный (ГТК = 0,98) с повышенной тепло обеспеченностью. Характерной особенностью вегетационного периода 2024 года было избыточное увлажнение (ГТК = 1,91) и высокие температуры воздуха. Проведенный в полевых условиях в фазу кущения и колошения учет на поражение подземных органов растений фузариозно-гельминтоспориозной гнилью позволил установить оздоравливающее действие препаратов на подземные органы растений. Максимальное фунгицидное действие композиций Новохизоля проявлялось на ранних этапах развития растений - в фазу кущения.



Влияние предпосевной обработки семян композициями Новохизоля на развитие обыкновенной корневой гнили (среднее за 2023-2024 гг.). НСР₀₅ в фазу кущения - 4,3123; в фазу колошения – 6,816

Наибольшей эффективностью в этот период обладал препарат НВХ3 2% + ЭКСС 2%, который в среднем за два года снижал интенсивность развития заболевания на корнях с 21,5 в контроле до 3,95%. В фазу колошения, несмотря на снижение фунгицидной активности

препаратов, во всех вариантах отмечали оздоравливающий на подземные органы эффект в сравнении с контрольными необработанными семенами (см. рисунок). При изучении влияния комплексных препаратов новохинола в защите посевов яровой пшеницы от облигатных патогенов (мучнистая роса и бурая ржавчина) установлено, что на улучшение фитосанитарного состояния посевов большее влияние оказал прием опрыскивания растений в вегетацию (опыт 2 и опыт 3). ПКРБ по мучнистой росе в среднем за 2 года составила в опыте 1 в вариантах НВХЗ + Хитозан – 20,1; НВХЗ + ЭКСС – 17,5 у.е.; в опыте 2 – соответственно вариантам 13,4 и 13,9, в опыте 3 – 13,4 и 14,3 у.е., в контроле – 23,9 у.е. ПКРБ по бурой ржавчине при обработке семян в композициях с хитозаном была 17,7; с ЭКСС – 17,8; при обработке растений в опыте 2 по вариантам – 11,8 и 10,5 у.е., в опыте 3 – 13,3 и 12,8 у.е., в контроле – 26,2 у.е.

Анализируя показатели структуры урожая, установлено, что композиции с Новохинолом обладают ростстимулирующим свойством. Не зависимо от способа применения, в сравнении с контрольным вариантом, увеличение высоты растений и длины главного колоса отмечали во всех вариантах как при использовании препаратов в качестве протравителей семян, так и при использовании их в период вегетации по растениям, что статистически подтверждено двухфакторным дисперсионным анализом. Выявлено, что на показатели количество колосков в главном колосе и масса 1000 зерен большее влияние оказывает прием предпосевной обработки семян; на продуктивный стеблестой – обработка вегетирующих растений. Превышение продуктивности пшеницы над контрольным необработанным вариантом отмечали во всех вариантах с использованием препаратов, максимальный урожай получен при обработке посевов химическим фунгицидом Абакус У.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ 23-16-00119.

Список литературы

1. Щербань А.Б., Разуваева А.В., Сколотнева Е.С., Фоменко В.В. Влияние биопестицида Новохинола на экспрессию генов защиты при заражении пшеницы стеблевой ржавчиной *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* // Вавиловский журнал генетики и селекции. - № 29 (8). - С. 1203-1212
2. Колесников Л.Е., Попова Э.В., Новикова И.И., Колесникова Ю.Р., Балагурова Е.Д. Применение хитозана в защите пшеницы от болезней и повышении урожайности // Прикладная биохимия и микробиология. - 2022. - Т. 58. - № 3. - С. 294-301. DOI: 10.31857/S0555109922030072.
3. Mohsen M.E., Reda I.O., Yasser S.M., Saad A.A., Mohamed H., Sulaiman A., Abdelmonim A.A. Mechanism of Wheat Leaf Rust Control Using Chitosan Nanoparticles and Salicylic Acid // J. Fungi. - 2022. - No. 8 (3). - P. 304. DOI: 10.3390/jof8030304.
4. Katiyar D., Hemantaranjan A., Singh B., Bhanu A.N. A future perspective in crop protection: chitosan and its oligosaccharides // Adv. Plants Agric. Res. – 2014. – No. 1 (1). – P. 23-30.
5. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцированно по органам / сост. В.А. Чулкина. - Новосибирск, 1972. - 23 с.
6. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям / под ред. М.С. Дунина. - Л., 1976. - 59 с.

ОЗДОРОВЛЕНИЕ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В КЕМЕРОВСКОМ НИИСХ – ФИЛИАЛЕ СФНЦА РАН

Позднякова И.В., Ходаева В.П., Бессолицына О.Г.

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН,
Кемерово, Россия
e-mail: doradora353535@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты по оздоровлению образцов картофеля в Кемеровском НИИСХ – филиале СФНЦА РАН. Исследование направлено на получение безвирусного исходного материала с использованием биотехнологического комплекса, включающего термотерапию клубней, выделение и культивирование апикальных меристем с лабораторной диагностикой методом ПЦР анализа растений-регенерантов. В 2024-2025 гг. было выделено 390 меристем от 14 образцов картофеля: районированных сортов, новых сортов переданных на ГСИ, перспективного гибрида и коллекционных сортов. Из 165 меристем 65 сформировали микрорастения с развитыми корешками, листочками и междоузлиями. У 40 растений-регенерантов от 12 образцов был выявлен Y вирус картофеля. Всего получено 25 исходных растения, которым присвоены номера меристемных линий и данные линии введены в БЗСК.

Ключевые слова: картофель, оздоровление, меристема, регенерант, линии

Оригинальное семеноводство картофеля основано на оздоровлении сортов с применением биотехнологических методов с использованием культуры апикальных меристем и массового микроклонального размножения в условиях *in vitro* [1]. В основе данной технологии лежит отбор здоровых образцов в полевых условиях по результатам визуальной и лабораторной диагностики, изоляции и культивирования апикальных (верхушечных) меристем – зон активно делящихся клеток, характеризующихся минимальной концентрацией или полным отсутствием фитопатогенов [2-4]. Для эффективности оздоровления исследователями применяется сочетание метода апикальной меристемы с различными видами термотерапий [5, 6]. Такой метод оздоровления картофеля позволяет успешно получать безвирусный исходный материал. В настоящее время данный биотехнологический подход к оздоровлению образцов картофеля является наиболее эффективным [7].

В Кемеровском НИИСХ – филиале СФНЦА РАН ежегодно проводится оздоровление сортов находящихся в оригинальном семеноводстве, перспективных селекционных гибридов и коллекционных сортов. В 2024-2025 гг. для оздоровления в полевых условиях отбирали базовые клоны: типичные по сортовым признакам, без видимых заболеваний, продуктивные: сортов находящиеся в семеноводстве – Невский, Тулеевский, Кузнечанка, Танай, Кемеровчанин, Памяти Аношкиной; новых сортов переданных на ГСИ – Сибирский и Салаир, перспективного гибрида 7-1-14 и коллекционных сортов – Бонус, Леди Клэр, Кибиц, Ред Скарлетт, Алуэт. Для оздоровления применяли метод апикальных меристем в сочетании с термотерапией при +37 °С в течение 40 дней и относительной влажности воздуха 75 % в термостате модели ТСО-200 СПУ. Для работы использовалась агаризированная питательная среда Мурасиге – Скуга модификации Кемеровского НИИСХ, включающая в себя макро- и микросоли, витамины, регуляторы роста, углеводы. Клубни, прошедшие термотерапию проращивали до получения этиолированных

ростков размером 1-2 см, из которых в стерильных условиях ламинарного бокса модели БМБ-II- "Ламинар-С"-1,5 выделяли меристемы размером 100-250 мкм без листовых зачатков (примордиев) с соблюдением асептических условий под бинокулярным микроскопом с одновременной посадкой на питательную среду и маркировкой. Меристемы выращивали в культивационном помещении на стеллаже, оборудованном фитолампами с автоматической регулировкой фотопериода в режиме 16 (день)/8 (ночь), поддержанием температуры воздуха 23-25 °С, освещенности 6 ± 2 тыс. люкс, влажности около 70 %. Диагностику растений-регенерантов на фитопатогены проводили методом ПЦР анализа в лаборатории Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН.

За период с февраля по май вычленено и посажено на питательную среду 390 апикальных меристем от 14 образцов картофеля (см. таблицу).

Результаты оздоровления образцов картофеля, 2024-2025 гг.

№ п/п	Сорт	Всего вычленено меристем, шт.	Количество прижившихся меристем, шт.	Получено растений-регенерантов, шт.	Отбраковано регенерантов с фитопатогенами, шт.	Получено безвирусных меристемных линий, шт.
1	Невский	22	14	8	6	2
2	Тулеевский	35	10	7	4	3
3	Кузнечанка	9	4	1	1	0
4	Танай	30	9	5	3	2
5	Кемеровчанин	67	20	11	7	4
6	Памяти Аношкиной	6	3	1	1	0
7	Сибирский	47	37	12	7	5
8	Салаир	34	11	4	0	4
9	7-1-14	26	16	5	4	1
10	Бонус	44	12	2	1	1
11	Леди Клэр	28	13	5	3	2
12	Кибиц	18	4	1	1	0
13	Ред Скарлетт	11	7	1	0	1
14	Алуэт	13	5	2	2	0
	Всего	390	165	65	40	25

По наблюдениям, после выделения и посадки меристем на питательную среду 20,5-33,1 % (в среднем 26,8 %) приживается на 7-14 дни; 7,9-13,1 % (в среднем 10,5 %) в течение одного месяца и 5 % до трех месяцев.

Из 390 изолированных меристем прижилось 165 меристем (42,3 %). Невысокая приживаемость 22,2-30,0 % отмечена у сортов Тулеевский, Танай, Кемеровчанин, Бонус и Кибиц. У сортов Кузнечанка, Салаир, Леди Клэр и Алуэт приживаемость меристем составила 32,4-46,4 %. Наибольшая приживаемость от 50,0 до 78,7 % отмечена у образцов Невский, Памяти Аношкиной, Сибирский, 7-1-14 и Ред Скарлетт.

В исследованиях отмечено, что не все прижившиеся меристемы регенерируют растения с хорошим морфогенезом, так из 165 меристем только 65 сформировали микрорастения с развитыми корешками, листочками и междоузлиями. После лабораторного тестирования на скрытое поражение вирусной и бактериальной инфекциями методом ПЦР анализа у 40 растений-регенерантов выявлен Y вирус картофеля (YBK, potato virus Y. PVY), относящийся к самому распространенному и вредоносному в РФ из фитопатогенных вирусов [8]. Растения с содержанием вируса Y были отбракованы. Чистым 25 исходным растениям были присвоены номера меристемных линий и введены в банк здоровых сортов картофеля (БЗСК).

Заключение

Таким образом, при оздоровлении образцов картофеля методом апикальной меристемы в комплексе с термотерапией и лабораторной диагностикой на фитопатогены методом ПЦР анализа за период 2024-2025 гг. в БЗСК введено 25 меристемных линий для обновления селекционного коллекционного питомника и ведения оригинального семеноводства.

Список литературы

1. Артюхова С.И., Киргизова И.В. Биотехнологические методы оздоровления посадочного материала картофеля от фитопатогенной вирусной инфекции // Динамика систем, механизмов и машин. – 2014. – № 6. – С. 58-60.
2. Климина Е.В., Ганикеева Г.Ф. Идентификация вирусов у растений картофеля методом ПЦР // Вестник науки. – 2019. – Т. 3. – № 2 (11). – С. 95-100.
3. Анципович В. Депонирование национальной коллекции картофеля // Наука и инновации. – 2019. – № 6 (196). – С. 12-16.
4. Федорова Ю.Н., Федорова Л.Н., Лебедева Н.В. Изучение мини-растений картофеля белорусской селекции в условиях Псковской области // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 9 (84). – С. 103-105.
5. Овэс Е.В., Гаитова Н.А. Новые элементы технологии оздоровления и получения базовых клонов перспективных сортов и гибридов картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 60-62.
6. Шаманин А.А., Попова Л.А., Корелина В.А., Головина Л.Н. Получение пробирочных микрорастений и миниклубней картофеля в условиях Архангельской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (220). – С. 22-30.
7. Толоконцев Д.В., Тиханова Н.Н., Усков А.И. Оценка эффективности биопрепаратов «Мивал-Агро» и «Рибав-Экстра» на этапе оздоровления картофеля при помощи техники апикальной меристемы // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. ст. 66-й междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Караваево: Костромская ГСХА, 2015. – С. 76-80.
8. Анисимов Б.В. Вирусные болезни и их контроль в семеноводстве картофеля // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 12-18.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Романов В.Н., д-р с.-х. наук,
Козулина Н.С., канд. с.-х. наук,
Василенко А.В., канд. с.-х. наук,
Крючков А.А., с.н.с.,
Сныткова Т.А., н.с.

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное
подразделение Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО
РАН», Красноярск, Россия
e-mail: romanov1948@yandex.ru

Аннотация. Разработанная технологическая платформа земледелия для условий Средней Сибири представляет собой многоуровневую систему агротехнических операций и взаимосвязанных решений. Эта система включает в себя выбор сортов и гибридов, наиболее приспособленных к почвенно-климатическим условиям, оптимальные сроки и нормы высева сельскохозяйственных культур, разработку севооборотов, применение различных способов обработки почвы, системы внесения минеральных удобрений и средств защиты растений. Ключевым отличием современной технологической платформы является ее адаптивный характер, направленный на достижение продуктивности при сохранении долгосрочной устойчивости агроландшафтов. Фундаментальную роль в формировании структуры и принципов представленной платформы играют почвенно-климатические и экологические условия региона.

Ключевые слова: земледелие, технологическая платформа, агротехнологии, биогенные элементы, способы обработки почвы, плодородие почвы, Средняя Сибирь

Одним из центральных факторов, определяющих стратегию развития агротехнологий, являются экстремальные почвенно-климатические условия Средней Сибири, такие как недостаточная влагообеспеченность, короткий вегетационный период и риск поздних весенних или ранних осенних заморозков. Эти ограничения выдвигают на первый план задачу внедрения ресурсосберегающих технологий и использования сортов сельскохозяйственных культур, обладающих высокой продуктивностью, адаптивностью и устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям. Любая эффективная технологическая модель должна быть ориентирована не только на максимизацию урожайности, но и на обеспечение надежности производства в многолетней перспективе [1, 2].

Почвенный покров является еще одним определяющим фактором в технологической платформе. В условиях лесостепной зоны Красноярского края преобладающими почвами являются чернозёмы обыкновенный и выщелоченный, считающиеся одними из самых плодородных почв. Однако сельскохозяйственные угодия в настоящее время находятся под угрозой деградации, из-за увеличения обработок почвы, максимальных объёмов внесения минеральных удобрений и средств защиты растений. Следовательно, технологическая платформа должна быть направлена на минимизацию негативных антропогенных воздействий и поддержание естественного плодородия почвы.

Выбор способа обработки почвы является одним из наиболее фундаментальных решений в рамках технологической платформы земледелия, поскольку он определяет структурное состояние пахотного слоя, его водно-воздушный режим и, как следствие, условия для развития корневой системы растений и жизнедеятельности почвенных организмов. В условиях Красноярской лесостепи проводятся исследования по изучению влияния минимальной обработки почвы и прямого посева (No-till) на урожайность зерновых культур [3, 4].

Оценка влияния различных агротехнологий на плодородие почвы является краеугольным камнем для определения устойчивости технологической платформы земледелия. В условиях Красноярской лесостепи, где почвы подвергаются риску деградации, ключевыми параметрами для мониторинга являются реакция среды, биологическая активность и содержание гумуса в почве [5].

Оценка эффективности технологической платформы не может ограничиваться анализом одного лишь урожая. Для принятия обоснованных решений о выборе и развитии агротехнологий необходим комплексный подход, который учитывает экономические, экологические и социальные аспекты. Эффективность и устойчивость различных моделей земледелия, в частности, традиционной системы обработки почвы (вспашка) и систем с минимальной обработкой или прямым посевом, определяются их способностью обеспечивать экономическую рентабельность в долгосрочной перспективе, минимизируя при этом негативное воздействие на окружающую среду.

Экономическая эффективность является решающим критерием для сельскохозяйственного производства. Традиционная технология, основанная на отвальной обработке почвы, может обеспечивать высокую эффективность в борьбе с сорными растениями и создавать оптимальные условия для развития корневой системы растений, но сопряжена со значительными экономическими издержками. Эти издержки включают дополнительные расходы на горюче-смазочные материалы, амортизацию техники и оплату труда механизаторов. Минимализация обработки почвы позволяет кардинально сократить эти затраты. Снижение количества проходов техники приводит к экономии топлива и труда, а также к снижению амортизации оборудования. Однако, как уже отмечалось, переход на эти технологии сопряжен с новыми расходами, в первую очередь на более дорогие и эффективные гербициды для контроля сорняков. Таким образом, экономический расчет должен быть многоэтапным и учитывать не только текущие затраты, но и потенциальные будущие издержки, связанные с деградацией почв [6].

Экологическая устойчивость является вторым важнейшим аспектом оценки. Интенсивная обработка почвы в рамках традиционной технологии приводит к ряду негативных экологических последствий. Разрушение почвенной структуры и удаление растительного покрова с поверхности делают почву уязвимой для водной и ветровой эрозии. Инновационные технологии, наоборот, способствуют улучшению экологического состояния. Сохранение растительных остатков на поверхности почвы защищает ее от эрозии, улучшает водный режим, а накопление органического вещества способствует закреплению углерода в почве, превращая агроландшафт из источника в поглотитель парниковых газов. Снижение количества проходов техники также уменьшает выбросы CO₂ и уровень шума в сельской местности. Таким образом, переход на более устойчивые технологии является шагом к выполнению экологических стандартов и обеспечению сохранения природных ресурсов для будущих поколений [3, 6].

Таким образом, технологическая платформа земледелия в условиях Средней Сибири позволит более рационально использовать почвенно-климатические условия и получать максимальную урожайность сельскохозяйственных культур, сохраняя почвенное плодородие.

Выводы

1. Разработанная технологическая платформа земледелия, включающая использование сортов и гибридов, наиболее приспособленных к почвенно-климатическим условиям, оптимальные сроки и нормы высева сельскохозяйственных культур, разработку севооборотов, применение различных способов обработки почвы, системы внесения минеральных удобрений и средств защиты растений позволит наиболее полно реализовать сортовой потенциал сельскохозяйственных культур, повысить урожайность и качество полученной продукции.

2. Технологическая платформа должна обеспечивать не только экономическую эффективность, но и экологическую безопасность, минимизируя такие негативные последствия на агроценоз как эрозия, загрязнение грунтовых вод. Переход на новые технологии, например, на прямой посев, должен быть проведен с учётом почвенно-климатических условий, экономического состояния сельхозпредприятий с целью создания устойчивой и рентабельной агропродуктивной системы.

Список литературы

1. Едигеичев Ю.Ф., Романов В.Н., Шпедт А.А., Шпагин А.И. Эколого-ландшафтные основы формирования систем земледелия: моногр. – Красноярск: КрасГАУ, 2016. – 162 с.
2. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации. - Красноярск. 2015. - 594 с.
3. Романов В.Н., Козулина Н.С., Василенко А.В., Михайлец М.А., Лубочников М.Г. Технологическая платформа возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Региональные системы комплексного дистанционного зондирования агроландшафтов: сб. науч.тр. – Красноярск, 2021. – 194 с.
4. Романов В.Н., Козулина Н.С., Василенко А.В., Бобровский А.В., Крючков А.А. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур в Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38. – № 4. – С. 28-33. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_4_28.
5. Чекаев Н.П., Кузнецов А.Ю. Технология No-till – путь к реальным результатам // Продовольственная политика и безопасность. – 2015. – Т. 2. – № 1. – С. 7-18.
6. Едигеичев Ю.Ф., Бекетова О.А. Агроэкологические основы оптимизации системы обработки почвы в Красноярском крае. – Красноярск: КрасГАУ, 2020. – 200 с.

ПОЧВА И МИНЕРАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Ручкина А.В.¹, канд. с.-х. наук,
Старцева А.А.¹, канд. с.-х. наук,
Ушаков Р.Н.², д-р с.-х. наук, проф.,
Виноградов Д.В.², д-р биол. наук, проф.

¹ООО «ТехноНИКОЛЬ», Рязань, Россия

²Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева,
Рязань, Россия

e-mail: nasni91@gmail.com

Аннотация. В статье говорится о преимуществах и недостатках почвы и минерального субстрата для выращивания культурных растений. Современное гидропонное производство не сможет полностью заменить классические варианты получения урожая на почве, но сможет повысить производительность без освоения новых малоплодородных земель.

Ключевые слова: почва, минеральный субстрат, гидропоника, тепличная система, дренаж, буферность

В настоящее время АПК претерпевает серьезные изменения, связанные с нехваткой земель сельскохозяйственного назначения. Вторичное засоление, деградация почвенного покрова, использование земель под пастбища, строительство, организация несанкционированных свалок – всего лишь некоторые причины, указывающие на невозможность использования почвенного покрова в сельскохозяйственных целях. В связи с этим разрабатываются новые технологии и совершенствуются более старые известные методики беспочвенного выращивания культурных растений.

Почва – сложная биокосная система, обладающая плодородием, имеющая резерв питательных элементов, микроорганизмов, способная к реутилизации и трансформации минерального вещества до органического состояния с помощью редуцентов, замыкающих трофическую цепь питания [1]. Профессор, академик РАН Глеб Всеволодович Добровольский утверждал, что 95 % бактерий и микроорганизмов, населяющих планету, содержится именно в почвенном покрове, что делает его богатейшей системой и пулом для устойчивого развития растений. «Созидательная функция природы проявляется в образовании почвы, когда исходный материал и энергия отдельных факторов и условий почвообразования не пропадают бесследно, а становятся особой частицей в новом царстве природы – почвенном покрове, – пишет он. – Почвенный покров – это нечто единое, но разнообразное, не сумма частей..., а иерархическое единство почв, которое обеспечивает устойчивость существования жизни» [2].

Понятие «почва» впервые было сформулировано основоположником генетического почвоведения В.В. Докучаевым во второй половине XIX в. Он предложил внести эту систему в отдельный 6-й класс живой природы, наряду с бактериями, простейшими, грибами, растениями и животными. Но, к сожалению, предложение было отклонено современниками той эпохи. По определению Василия Васильевича, почва – это самостоятельное природное тело, образовавшееся в результате совокупной деятельности пяти факторов почвообразования:

материнской породы, растительных и животных организмов, климата, рельефа местности, возраста страны.

Для растений почва – это среда обитания, верхний плодородный слой земли, обеспечивающий их необходимыми питательными веществами, водой и воздухом. Все это требуется для полноценного роста и развития растительных организмов.

Выращивание растений на почве – основа всего сельского хозяйства и современных систем земледелия. Но существуют альтернативные пути получения урожая и качественной растениеводческой продукции – это гидропоника. К ней можно отнести агрегатопонику, хемопонику, ионитопонику и др.

Агрегатопоника пользуется наибольшей популярностью в современном овощеводстве защищённого грунта. К ней относится гидропоника – это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы [3]. Питание растительный организм получает из питательного раствора, окружающего корни. Раствор и воду подают через специальные капельницы, помещенные в субстрат. Питательный раствор готовят на основе необходимых макро-, мезо- и микроэлементов, участвующих в нормальной жизнедеятельности растений. Субстрат, на который высаживают растения, может быть самым разнообразным [4]. Наиболее распространенные:

- органические субстраты – к ним можно отнести торф, кокосовое волокно (рис. 1), древесная кора, мох, отходы обработки хлопчатника;

- минеральные субстраты, в частности минераловатное волокно – искусственный субстрат, произведенный из горных пород габбро-базальтовой группы, обработанное специальным связующим [5] (рис. 2). Камень расплавляют в специальных плавильных печах под воздействием высокой температуры, в результате чего образуются волокна, которые вытягиваются в тонкие нити и формируют минеральный ковер, после чего ему придают нужную форму.



Рис. 1. Субстрат из кокосового волокна



Рис. 2. Субстрат из минеральной ваты

Преимущества минерального волокна масса: минеральная вата инертна, ее сложно заселить как патогенной, так и полезной микрофлорой, она обладает большой влагоемкостью и влагоудерживающей способностью, а также минеральное волокно хорошо отзывается на смену питательного раствора за счет хорошего выхода воды в дренаж и отсутствия буферности. Все эти положительные качества делают минеральную вату очень популярным субстратом, который все чаще используют в закрытой тепличной системе [6].

Тем не менее полностью отказаться от почвы нельзя, поскольку она является пулом органики, так необходимой для питания растений. Все это делает ее не возобновляемым ресурсом, который истощается из года в год.

В современном мире потребность в овощах и зеленных культурах увеличивается, в связи с чем повышается необходимость расширения площадей, занимаемых гидропоникой. Это дает возможность для усовершенствования технологии производства минеральной каменной ваты. Поэтому мы можем получать необходимые элементы питания круглогодично, пищевая ценность и химический состав которых ничуть не уступают тем же параметрам в культурах, культивируемых в открытом грунте. Это позволяет стирать границы в выращивании и не зависеть от почвенно-климатических условий, ведь всеми процессами в теплице управляет грамотно настроенный микроклимат [7].

Безусловно, полностью отказаться от почвы нельзя. Современное сельское хозяйство ищет множество путей для сохранения площадей, увеличения плодородия, защиты от деградационных и эрозионных процессов [8, 9]. Но прибегнув к использованию минеральной ваты в качестве субстрата для растений, мы найдем для себя пользу и вкус овощей круглый год, независимо от внешних условий. Будущее за гидропоникой!

Список литературы

1. Ручкина А.В., Ушаков Р.Н., Новиков Н.Н. и др. Оценка конституционной основы плодородия агросерой почвы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 1. – С. 57-61.
2. Добровольский Г.В. Педосфера – оболочка жизни планеты Земля // Биосфера. Междисциплинарный научный и прикладной журнал по проблемам познания и сохранения биосферы и использования её ресурсов. - 2009. - Т. 1. - № 1. - С. 26-27.
3. Евлоева М.Р., Саркенова С.Б., Седунова Н.С. и др. Гидропоника как способ выращивания растений без почвы // Вестник науки. – 2023. – Т. 3. – № 12 (69). – С. 1274-1281.
4. Бородин И.И., Хань Л. Обзор исследований эффективности использования субстратов при возделывании зеленых культур в условиях гидропонии // Аграрный вестник Приморья. – 2024. – № 1 (33). – С. 10-15.
5. Старцева А.А. Преимущества и перспективы использования каменной ваты в качестве субстрата для малообъемного выращивания продукции в защищенном грунте // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 нояб. 2020 г. –Рязань, 2020. – Ч. 1. – С. 167-173.
6. Федоров Д.А., Воробьев М.В., Дыйканова М.Е., Лазаренко А.Н. Сравнение субстратов каменной ваты различных производителей в условиях современного тепличного комплекса // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1 (76). – С. 51-54.
7. Алпатов П.Е. Инновационные направления развития тепличного овощеводства // Устойчивое развитие сельских территорий: взгляд молодых ученых: материалы III Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. молодых ученых, Новосибирск, 8-9 дек. 2022 г. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2023. – С. 74-77.
8. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
9. Добровольский Г.В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Куда движется век глобализации: сб. ст. / под ред. А.Н. Чумакова, Л.Е. Гринина. – Волгоград: Учитель, 2014. – С. 64-85.

<https://doi.org/10.26898/2026-90>
УДК 581.1.035

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЯХ ВИДА *LINARIA CRETACEA*

Ташаева А.Д., магистрант

Научный руководитель – Мухтаров А.К., канд. хим. наук, доцент

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан
e-mail: Abilkhas@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты фитохимического исследования редкого вида флоры Республики Казахстан – *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng. Целью работы являлось выявление компонентного состава и биологически активных соединений, содержащихся в различных органах растения. Фитохимический анализ этанольных экстрактов соцветий, листьев и корней проводили методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим

детектированием (ГХ–МС). В ходе исследования было идентифицировано значительное количество органических соединений, относящихся к различным фитохимическим группам, обладающих фармакологической и биологической активностью. Установлено, что в этанольных экстрактах *L. cretacea* с высокой степенью достоверности (65–90 %) присутствуют такие биологически активные вещества, как фалькаринол (относительное содержание 16,51 %) и тимол (0,57 %). Данные соединения представляют особый интерес ввиду их широкого применения в медицинской практике. Фалькаринол и тимол относятся к ненасыщенным соединениям и могут быть классифицированы как природные антиоксиданты. Известно, что фалькаринол встречается в корнях американского женьшеня, а тимол является фенольным антисептиком, обладающим выраженной антимикробной и противогрибковой активностью, а также входящим в состав структурных элементов клеточных мембран. Полученные результаты свидетельствуют о высоком фитохимическом потенциале *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng и могут быть использованы в дальнейшем при разработке технологий получения ценных биологически активных веществ из растительного сырья данного вида.

Ключевые слова: *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng, фитохимический анализ, биологически активные соединения, газовая хроматография, масс-спектрометрия, фалькаринол, тимол, антиоксидантная активность, редкие виды растений, лекарственное растительное сырьё

Введение. Флора Республики Казахстан отличается высоким уровнем биоразнообразия и включает значительное количество эндемичных и редких видов растений, приуроченных к специфическим природно-климатическим и геолого-географическим условиям. Особый интерес в этом отношении представляют растения, произрастающие на меловых, каменистых и скалистых субстратах, где формируются устойчивые к экстремальным условиям фитоценозы, обладающие уникальным химическим составом [1–3].

Одним из таких малоизученных представителей флоры является *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng – редкий и эндемичный вид, распространённый в ограниченных районах Казахстана. Несмотря на принадлежность к роду *Linaria*, многие виды которого известны как источники биологически активных веществ и применяются в народной и официальной медицине, фитохимические особенности *L. cretacea* до настоящего времени остаются недостаточно изученными [3].

Представители рода *Linaria* характеризуются наличием широкого спектра вторичных метаболитов, включая алкалоиды, флавоноиды, фенольные соединения, эфирные масла и другие биологически активные компоненты. Эти вещества обуславливают противовоспалительные, антиоксидантные, антимикробные и спазмолитические свойства растений, что делает их перспективными объектами для фармакологических и биохимических исследований [3, 4]. Известно, что содержание и качественный состав биоактивных соединений может существенно варьировать в зависимости от морфологической части растения, что подчёркивает необходимость комплексного анализа отдельных органов – корней, листьев и соцветий [4]. В связи с этим актуальным является проведение фитохимического анализа биоактивных соединений, содержащихся в отдельных частях *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng, с целью выявления перспективных природных соединений и оценки потенциала данного вида как источника ценных биологически активных веществ. Полученные данные могут служить научной основой для дальнейших исследований в области фармакогнозии, биотехнологии и рационального использования растительных ресурсов.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлись образцы растительного сырья *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng. Для определения компонентного состава экстрактов использовали метод газовой хроматографии с масс-спектрометрическим

детектированием (ГХ–МС). Анализ проводили с применением газового хромато-масс-спектрометра Agilent 7890A/5975C.

Хроматографический анализ осуществляли при следующих условиях: объём вводимой пробы составлял 0,5 мкл, температура ввода – 280 °С, деление потока не применялось. Разделение компонентов проводили с использованием капиллярной хроматографической колонки DB-WaxEtg длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной плёнки 0,25 мкм при постоянной скорости потока газа-носителя (гелий) 1 мл/мин. Температурную программу хроматографирования устанавливали от 40 °С с последующим повышением температуры со скоростью 5 °С/мин до 300 °С и выдержкой при конечной температуре в течение 5 мин. Общее время анализа составляло 57 мин. Детектирование осуществляли в режиме SCAN в диапазоне m/z 34–750. Для управления системой газовой хроматографии, регистрации и обработки экспериментальных данных использовали программное обеспечение Agilent MSD ChemStation (версия 1701EA). Обработка данных включала определение времён удерживания, площадей хроматографических пиков, а также анализ спектральной информации, полученной с помощью масс-спектрометрического детектора. Идентификацию соединений проводили путём сопоставления экспериментальных масс-спектров с данными библиотек Wiley 7th edition и NIST'02, содержащих более 550 тыс. спектров.

Подготовку образцов осуществляли следующим образом: 20 г измельчённого растительного сырья просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм и помещали в колбу объёмом 100 мл. К полученному материалу добавляли 50 мл этанола, используемого в качестве экстрагента. Экстракцию проводили методом ультразвукового воздействия в течение 60 мин. По завершении экстракции полученный раствор фильтровали, после чего отбирали аликвоту объёмом 2 мл для последующего газохроматографического анализа.

Результаты исследования. В настоящее время терапевтический потенциал инутрицевитическая ценность *Linaria cretacea* (льнянки меловой) остаются малоизученными, что обуславливает актуальность детального анализа ее вторичных метаболитов. В рамках данной работы было проведено исследование биологически активных субстанций, локализованных в вегетативной массе растения. Идентификация качественного и количественного состава этанольного экстракта, полученного из гомогенизированного сырья (корни, листья, цветки), осуществлялась методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ–МС). Согласно полученным хроматограммам, экстракт характеризуется поликомпонентным составом: выявлено 49 органических соединений с высокой степенью достоверности идентификации (65–96%). Спектр обнаруженных метаболитов охватывает широкий ряд химических классов: от низкомолекулярных органических кислот и их эфиров до сложных полициклических структур, включая терпеноиды, фенольные производные, лактоны и гетероциклы.

Количественный анализ показал, что доминирующим компонентом системы является фалькаринол, доля которого составила 16,51%. Значимый вклад в химический профиль также вносят бис(2-этилгексил)овый эфир гександиовой кислоты (15,61%), кумариновое производное 7-метокси-6-(3-метил-2-бутенил)-2Н-1-бензопиран-2-он (8,67%) и алифатический кетон 2-нонадеканон (6,66%). Углеводная фракция преимущественно представлена сахарозой (6,43%).

Особое внимание заслуживает обнаружение ряда фенольных соединений, в частности тимола (0,57%), а также производных гваякола (2-метоксифенола и 2-метокси-4-винилфенола). Наличие данных молекул в экстракте позволяет предположить наличие у *L. cretacea* выраженных антиоксидантных и фунгистатических свойств. Структурный анализ распределения метаболитов по классам выявил превалирование флавоноидных соединений (35,78%) и фракций эфирных масел (27,76%). На долю углеводов приходится около 17,28%

сухого остатка, в то время как стероиды, алкалоиды и свободные спирты присутствуют в следовых или умеренных количествах.

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что вегетативные органы *Linaria cretacea* являются ценным источником биоактивных соединений с потенциалом для фармацевтического применения. Обнаруженная вариативность концентраций нутриентов в зависимости от типа ткани свидетельствует о выраженной органоспецифичности биосинтетических процессов данного вида.

Результаты проведенного скрининга свидетельствуют о выраженной гетерогенности качественного и количественного состава вторичных метаболитов в различных вегетативных органах *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng. Идентификация 49 органических соединений в этанольных экстрактах соцветий, листовых пластинок и корневой системы верифицирует комплексный характер фитохимического профиля данного таксона и обосновывает его высокую фармакологическую аттрактивность.

Полученные данные коррелируют с имеющимися в литературе сведениями о представителях рода *Linaria*, для которых характерна аккумуляция широкого спектра биоактивных субстанций, включая фенольные производные, терпены и жирные кислоты, обладающие выраженным противовоспалительным, антимикробным и антиоксидантным действием [4, 5]. Установлено, что *L. cretacea* обладает типичным для данного рода биохимическим базисом, дополненным специфическим распределением доминирующих компонентов. Ключевым маркером фитохимического профиля исследуемого вида является фалькаринол, относительная концентрация которого достигает 16,51%. Данный алифатический полиацетилен, согласно литературным источникам [5, 6], проявляет цитотоксическую, антимикробную и противовоспалительную активность. Высокий уровень детекции фалькаринола позволяет позиционировать *L. cretacea* как перспективный природный источник соединений с антиоксидантным и потенциальным противоопухолевым действием.

Антисептический потенциал растения детерминирован присутствием фенольных компонентов: тимола (0,57%), 2-метоксифенола и 2-methoxy-4-vinylphenol. Известно, что тимол является эталонным фенольным антисептиком с широким спектром фунгицидной и бактерицидной активности [7], в то время как сопутствующие фенолы вносят вклад в общую антиоксидантную емкость экстракта, обеспечивая защиту биосистем от окислительной деградации [7].

Терпеноидная фракция, представленная α -фелландреном и (-)-спатуленолом, расширяет терапевтический спектр экстракта. Указанные сесквитерпеноиды обладают способностью ингибировать медиаторы воспаления и подавлять рост патогенной микрофлоры [8]. Наличие углеводного пула, в частности сахарозы (6,43%), вероятно, обусловлено интенсивностью трофических процессов в тканях и может выступать в роли синергиста, модулирующего биодоступность основных действующих веществ.

Резюмируя вышеизложенное, компонентный состав *L. cretacea* полностью согласуется с современными представлениями о хемосистематике рода и подтверждает высокую биологическую ценность данного вида. Выявленная органоспецифичность накопления метаболитов диктует необходимость дифференцированного подхода к заготовке растительного сырья и открывает новые векторы для дальнейших биофармацевтических изысканий.

Заключение. Проведённое исследование подтверждает актуальность комплексного фитохимического анализа редкого и эндемичного вида флоры Республики Казахстан – *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., что соответствует современным направлениям изучения и сохранения растительных ресурсов региона. В ходе работы установлено, что надземные и подземные органы

растения характеризуются разнообразным и неоднородным составом биологически активных соединений, формирующих его фармакологический потенциал.

Результаты газовой хромато-масс-спектрометрии показали наличие 49 органических соединений, относящихся к различным классам вторичных метаболитов, включая терпеноиды, фенольные соединения, флавоноиды, эфирные масла и жирные кислоты. Выявленные различия в качественном и количественном составе экстрактов листьев, корней и соцветий свидетельствуют о функциональной специализации отдельных органов растения и определяют направления их возможного практического использования.

Особое значение имеет обнаружение с высокой степенью достоверности таких биологически активных веществ, как фалькаринол и тимол, обладающих выраженными антиоксидантными, антимикробными и противовоспалительными свойствами. Наличие данных соединений подтверждает перспективность *Linaria cretacea* как источника природных фармакологически ценных компонентов. Установлено, что листья растения содержат наибольшее количество биологически активных веществ, что делает их предпочтительным объектом для дальнейшего изучения и рационального использования без нанесения ущерба популяциям редкого вида.

Таким образом, полученные результаты расширяют научные представления о химическом составе и биологической активности *Linaria cretacea*, дополняют существующие сведения о представителях рода *Linaria* и создают основу для дальнейших исследований, направленных на разработку технологий получения биологически активных веществ, а также на сохранение и устойчивое использование редких и исчезающих видов растений флоры Казахстана.

Список литературы

1. Флора Казахстана: в 9 т. / под ред. Н.В. Павлова. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960–1975.
2. Растительные ресурсы Казахстана / под ред. П.Н. Голоскокова. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 312 с.
3. Иванов А.Л., Петров В.В. Эндемичные растения Казахстана и их эколого-географические особенности // Ботанический журнал. – 2010. – Т. 95. – № 4. – С. 512–520.
4. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование / под ред. А.А. Гроссгейма. – Л.: Наука, 1990. – 278 с.
5. Harborne J.B. Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis. – 3rd ed. – London: Chapman & Hall, 1998. – 302 p.
6. Wink M. Secondary metabolites in plants: function and evolution // Annual Plant Reviews. – 2010. – Vol. 40. – P. 1–19.
7. Kumar S., Pandey A.K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview // The Scientific World Journal. – 2013. – Art. 162750.
8. Dewick P.M. Medicinal natural products: a biosynthetic approach. – 3rd ed. – Chichester: John Wiley & Sons, 2009. – 546 p.
9. Айпеисова С.А. Конспект флоры Актюбинского флористического округа. – Актобе, 2012. – С. 4-13.

РАЗЛОЖЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ВЕРХНЕМ ПРИКОРНЕВОМ СЛОЕ ПОЧВЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕСТИЦИДНОЙ ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАННЕГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ

Теплякова О.И., канд. биол. наук, с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: rudol4757@mail.ru

Аннотация. Изучены темпы распада целлюлозы в прикорневом слое выщелоченного чернозема, используемого для возделывания двух сортов яровой мягкой пшеницы раннего срока созревания (Новосибирская 41 и Суенга) по технологии, включающей полный комплекс химических средств защиты растений.

Ключевые слова: целлюлоза, чернозем выщелоченный, яровая мягкая пшеница, комплекс средств химической защиты

Фунгициды, инсектициды и гербициды – основные факторы, повышающие зерновую продуктивность яровой пшеницы. Привнесение в сибирские агроценозы протравителей позволяет сохранить до 0,05-0,16, их комплекса с инсектицидами до 0,40-0,57, инсектицидов и фунгицидов по вегетации – 0,40-0,93 т/га [1]. Величина сохраненного урожая показывает о важности включения в технологию возделывания блока химической защиты растений. Вместе с тем ее применение негативно влияет на микроорганизмы, разлагающие органическое вещество почвы и, в конечном счете, на ее плодородие.

Есть данные, что при обработке гербицидами на растениях сохраняется 5-30%, а 70-95% поступает в почву [2]. Характер и степень воздействия пестицидов обуславливается действующим веществом препарата, длительностью его сохранения в почве, а также абиотическими и антропогенными факторами [3]. На выщелоченных черноземах Сибири процесс разложения целлюлозы способны угнетать как гербициды [4], так и комплекс фунгицидов, примененных для контроля почвенно-семенной и аэрогенных инфекций [5]. Неразложившиеся остатки являются резервуарами фитопатогенного начала, поэтому изучение скорости аэробного распада клетчатки в верхнем слое безотвально обработанных агропочв, используемых для возделывания яровой пшеницы с комплексным применением фунгицидов, инсектицидов и гербицидов, бесспорно актуально. Исключая негативное влияние пестицидов на целлюлозоразрушающий процесс можно избежать не только ухудшения фитосанитарной обстановки, но и сократить экологические и экономические риски.

Исследования проводились на опытном поле СФНЦА СО РАН Центрально-лесостепного Приобского агроландшафтного района Новосибирской области. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, средней мощности. Основная обработка почвы – глубокое безотвальное рыхление стойками СибИМЭ, весной – закрытие влаги боронами БЗСС-1 и предпосевная культивация (6 см) по диагонали основной обработки агрегатом КБМ-4,2. Пшеница (сорта Новосибирская 41 и Суенга) высевалась (23, 17 и 15 мая, 2023-2025 гг.) по пару сеялкой СЗС-2,1, норма высева 6 млн зерен/га. Контроль почвенно-семенной инфекции осуществлялся с помощью фунгицида Дивиденд Экстрим, д.в. Дифеноконазол, 92 г/л + Мефеноксам, 23 г/л, 0,8 л/т; блошки и яровой мухи – инсектицидом Тиматер, КС, д.в. Тиометоксам, 350 г/л, 60 мл/га;

сорной растительности – гербицидами Аксил, КЭ, д.в. Пиноксаден, 50 г/л + Клоквинтосет-мексил, 12,5 г/л, 1,0 л/га + Клопэфир, КЭ, д.в. 2,4-Д кислота в виде сложного 2 - этилгексилового эфира 410 г/л + Клопиралид 40 г/л, 0,7 л/га + Гекстар, ВДГ, тибенурон-метил, 750 г/кг, 4 г/га; полегание посевов – ЦеЦеЦе 750, ВРК, д.в. хлормекватхлорид, 750 г/л, 0,8 л/га. В фазе флаг-лист - начало колошения половина посевов обрабатывалась фунгицидом Титул Трио, ККР, д.в. Тебуконазол, 160 г/л + Пропиконазол 80 г/л + Ципроконазол, 80 г/л, 0,6 л/га. Обработку семян проводили с увлажнением (10 л/т), посевы обрабатывали опрыскивателем ОП - 600 с расходом рабочего раствора 200 л/га.

Цель работы – оценить темп распада целлюлозы под двумя сортами яровой мягкой пшеницы пшеницы, защищенными комплексом пестицидов.

Критерием интенсивности разложения служила убыль массы (%) внесенных полотен [7]. Для их изготовления использовали фильтровальную бумагу. Капроновые мешочки со стерильными полотнами, закрепленными на стерильном предметном стекле (5 повторностей × 1 учет) вносились в верхний прикорневой слой в фазе полных всходов, примыкая плотно к корням растений с отступом от поверхности почвы на 3 см. Интенсивность распада целлюлозосодержащего материала определяли через 80 суток выдержки полотен в почвенных разрезах (перед уборкой урожая). После извлечения полотна очищали от почвы, отмывали в проточной воде, высушивали и взвешивали. Полученные результаты по убыли массы полотен показали, что интенсивность их деструкции зависела от двух факторов: сезона, доля влияния которого носила преимущественный характер ($V_{\text{год}} = 81,1\%$) и уровня защиты растений ($V_{\text{защита}} = 9,6\%$) (см. таблицу).

Разложение целлюлозы (через 80 суток) в верхнем прикорневом слое чернозема выщелоченного под двумя сортами пшеницы, выращиваемой на двух уровнях защиты растений (2023-2025 гг.), %

Сортами пшеницы, выращиваемой на двух уровнях защиты растений (2023-2025 гг.), %							
Год	Тип увлажнения [7], выпало осадков за май - август; t° относительно среднепогодной	Средства защиты	Сорт яровой мягкой пшеницы				t ₀₅ факт.
			Новосибирская 41		Суенга		
			M ± m	t ₀₅ факт.	M ± m	t ₀₅ факт.	
2023	Умеренно дефицитный, 204,7 мм; +1,5, +2,3, +2,6, +2 °С	ПИГ*	44,24±0,60	32,60	35,89±0,37	23,37	11,84
		ПИГФ**	21,26±0,37		23,66±0,37		4,50
2024	Умеренно переувлажненный 396 мм; +1,1, +2,8, +2,6, + 2,6 °С	ПИГ	60,82±0,40	13,54	59,83±0,62	12,55	1,34
		ПИГФ	51,83±0,53		67,97±0,19		28,66
2025	Умеренно увлажненный 224,6 мм; +2,1, +4,0, −0,3, +0,6 °С	ПИГ	87,64±0,52	38,10	78,56±0,44	29,78	13,30
		ПИГФ	66,13±0,22		63,03±0,28		8,71
t _{табл. 05} = 2,31 *ПИГ - протравливание семян + обработка растений инсектицидами и гербицидами **ПИГФ – протравливание семян + обработка растений инсектицидами, гербицидами и фунгицидами							

Во все три года исследований обработка посевов фунгицидом Титул Трио, ККР тормозила процесс распада внесенной целлюлозы. И, прежде всего, под сортом Новосибирская 41: в первый год исследований убыль массы полотен на ПИГФ снижалась в 2,1, второй – 1,2, третий – 1,3 раза, это показывает, что в условиях дефицита атмосферной влаги за вегетацию защищенной от аэрогенных инфекций Новосибирской 41 относительный процент убыли (51,9%; ПИГ = 44,24%) целлюлозы по сравнению с таковыми (85,2 и 75,5%; ПИГ = 60,82 и 87,64%) в сезоны с достаточным выпадением осадков снижается значительно – в 1,6-1,5 раза. Аналогичной зависимости от типа увлажнения не отмечено в случае выращивания сорта Суенга.

Снижение распада клетчатки на фунгицидном фоне (ПИГФ) отмечено лишь в двух из трех сезонов: умеренно дефицитном 2023 и умеренно увлажненном 2025. Во время вегетации умеренно переувлажненного 2024 г. разложение целлюлозы под обработанными растениями даже возрастало в 1,1 раза (или на 8,1%, абс.). И это был единственный сезон, когда разница в интенсивности распада полотен между сортами на ПИГ была не достоверна и мало различима – 60,82 (Новосибирская 41) и 59,83% (Суенга). Согласно критерия достоверности ($t_{0,5\text{факт.}}$, табл.) повышенный уровень целлюлозоразрушения наблюдался в 83% годо-вариантах под сортом Новосибирская 41.

В целом по опыту ежегодное количество утилизированной целлюлозы от первого к третьему сезону составило 31,26, 60,12 и 73,83% ($\text{НСР}_{05} = 0,29$). По шкале Д.Г. Звягинцева такой уровень интенсивности разрушения клетчатки за вегетационный сезон характеризуется как средний (30-50%) и сильный (50-80 %). Следует отметить, что в условиях недостатка атмосферной влаги (2023 г.) проявился самый сильный отрицательный эффект от средств защиты растений (ПИГФ). На этом фоне интенсивность разрушения клетчатки достигала лишь 21,26-23,66% и согласно шкале Звягинцева Д.Г. соответствовала слабому уровню (10-30%). Очень сильная (> 80%) и сильная (50-80%) степень разложения зафиксирована единожды – в умеренно увлажненный сезон – когда под незащищенными Титулом посевами Новосибирской 41 убыль массы целлюлозы достигла 87,64, Суенги – 78,56%. В среднем же за три года эксперимента под этими сортами разложилось 55,32 и 54,82% ($\text{НСР}_{05} = 0,23$) внесенного материала; на ПИГ – 61,1, ПИГФ – 61,16% ($\text{НСР}_{05} = 0,23$).

По результатам проведенной агроэкологической оценки можно сделать вывод, что, применяя комплексную химическую защиту мягкой яровой пшеницы, выращиваемой в центральной лесостепи Новосибирской области на безотвально обработанном черноземе можно ожидать ослабление аэробного процесса распада целлюлозы. Уровень этого отрицательного эффекта в верхнем прикорневом слое (0-10 см) почвы неустойчив по годам и зависит как от количества выпавших осадков, так и сорта возделываемой культуры.

Список литературы

1. Слободчиков А.А. Влияние средств защиты растений на продуктивность сортов яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 2. – С. 10–14.
2. Куликова Н. А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: учеб. пособие. - М.: КД «ЛИБРОКОМ», 2010. - 152 с.
3. Семеренко С.А., Бушнев Н.А. Влияние пестицидов на почвенную микрофлору (обзор) // Масличные культуры. - 2024. - Вып. 4 (200). - С. 132-140.
4. Фомина Н.В., Борцова И.Ю. Влияние гербицидов на целлюлозоразрушающую активность чернозема выщелоченного в условиях красноярской лесостепи // Проблемы современной аграрной науки: материалы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2020. – С. 97-101.
5. Теплякова О.И., Власенко Н.Г. Разложение целлюлозы в черноземе выщелоченном под яровой мягкой пшеницей при контроле болезней фунгицидами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2. – С. 222-225.
6. Шарапова А.В., Семенкова И.Н., Кречетова П.П., Леднева С.А., Королева Т.В. Влияние керосина на целлюлозолитическую активность дерново-подзолистой и песчаной пустынной почв (лабораторный эксперимент) // Почвоведение. – 2022. – № 2. – С. 244-251.
7. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. - Новосибирск, 2002. - 388 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Тетерин Д.М., магистрант,
Усова К.А., канд. с.-х наук, доцент
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия,
Вологодская область, с. Молочное, Россия
e-mail: ddd.kkkl@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются биологические средства защиты растений как важнейший элемент современной системы устойчивого земледелия. Проанализированы особенности применения биологических препаратов, их влияние на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: биологические средства защиты растений, биопрепараты, фитосанитарное состояние, устойчивое земледелие, интегрированная защита растений, агроэкосистемы

Современное сельское хозяйство развивается в условиях необходимости одновременного повышения урожайности сельскохозяйственных культур и обеспечения экологической безопасности агропроизводства. Традиционное применение химических средств защиты растений, несмотря на их высокую эффективность, сопровождается рядом негативных последствий, включая загрязнение почв и водных объектов, накопление остаточных веществ в продукции и формирование устойчивых популяций вредных организмов. В связи с этим возрастает интерес к биологическим средствам защиты растений, которые рассматриваются как экологически безопасная альтернатива или дополнение к химическим методам [1].

Биологические средства защиты растений основаны на использовании живых организмов или продуктов их жизнедеятельности для подавления развития вредителей и возбудителей болезней растений. К таким средствам относятся микробиологические препараты, энтомофаги, биологические фунгициды и биоинсектициды. Их действие связано с антагонизмом по отношению к патогенам, конкуренцией за ресурсы, а также активацией защитных механизмов самих растений. В последние годы научные исследования подтверждают, что биологические препараты способны эффективно снижать фитосанитарную нагрузку при минимальном воздействии на окружающую среду.

Результаты экспериментальных исследований, проведённых в аграрных научных организациях, показывают, что применение микробиологических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* и грибов рода *Trichoderma* позволяет снизить поражённость сельскохозяйственных культур грибными заболеваниями на 40–70 %. При этом отмечается положительное влияние на рост и развитие растений, выражающееся в увеличении массы корневой системы и улучшении усвоения элементов питания. В ряде исследований зафиксировано повышение урожайности зерновых и овощных культур на 5–15 % по сравнению с контрольными вариантами без применения биологических средств защиты [2].

В качестве примера эффективности биологических средств защиты растений можно привести результаты полевых исследований, проведённых в 2022–2023 гг. на базе аграрного вуза и опытных хозяйств Северо-Западного региона России. Целью исследования являлась оценка влияния микробиологического препарата на основе *Bacillus subtilis* на фитосанитарное

состояние и урожайность яровой пшеницы. В ходе эксперимента были заложены опытные делянки с применением биопрепарата в фазе кущения и выхода в трубку, а также контрольный вариант без обработки [3].

Результаты исследования показали, что применение биологического средства защиты растений способствовало снижению поражённости растений корневыми гнилями и листовыми заболеваниями на 52 % по сравнению с контролем. Одновременно было отмечено улучшение морфофизиологических показателей растений, выражающееся в увеличении площади листовой поверхности и массы корневой системы. Урожайность яровой пшеницы на опытных делянках превысила контрольный вариант в среднем на 0,4 т/га, что соответствует приросту 12 %. Кроме того, анализ почвенных образцов после уборки урожая показал снижение остаточного содержания патогенной микрофлоры и улучшение микробиологической активности почвы.

Полученные результаты подтверждают высокую эффективность биологических средств защиты растений и их целесообразность для применения в системе интегрированной защиты культур. Исследование также показало, что использование биопрепаратов позволяет снизить химическую нагрузку на агроэкосистему без снижения продуктивности сельскохозяйственного производства, что особенно важно в условиях экологизации и устойчивого развития земледелия.

Особое значение биологические средства защиты растений приобретают в системах интегрированной защиты растений, где они используются в сочетании с агротехническими и, при необходимости, химическими методами. Научные данные свидетельствуют о том, что включение биологических препаратов в такие системы позволяет снизить объёмы применения химических пестицидов и замедлить развитие резистентности у вредных организмов. Наиболее высокая эффективность биологических средств достигается при профилактическом применении и на ранних стадиях развития культур [4].

Перспективы применения биологических средств защиты растений связаны с дальнейшим развитием технологий их производства и совершенствованием схем применения. Современные исследования направлены на создание комплексных биопрепаратов, обладающих одновременно защитным и ростостимулирующим действием. Важным направлением является интеграция биологических средств защиты растений с цифровыми технологиями мониторинга фитосанитарного состояния посевов, что позволяет оптимизировать сроки и дозы их применения.

Таким образом, биологические средства защиты растений являются эффективным инструментом повышения устойчивости агроэкосистем и экологической безопасности сельскохозяйственного производства. Результаты научных исследований подтверждают целесообразность расширения их применения в современных системах земледелия. В условиях ужесточения экологических требований и роста спроса на безопасную сельскохозяйственную продукцию биологические средства защиты растений будут играть всё более значимую роль в развитии аграрного сектора.

Список литературы

1. Штерншис М.В. Биологическая защита растений в современных системах земледелия // Защита и карантин растений. – 2021. – № 4. – С. 12–18.
2. Третьяков Н.Н. Биологические препараты в защите сельскохозяйственных культур // Агрохимия. – 2022. – № 7. – С. 34–41
3. Жученко А.А. Экологизация защиты растений как фактор устойчивого развития агроэкосистем // Земледелие. – 2023. – № 3. – С. 5–11.

4. Козлова Л.М. Эффективность микробиологических препаратов в системе интегрированной защиты растений // Вестник аграрной науки. – 2024. – № 2. – С. 28–35.

<https://doi.org/10.26898/2026-93>
УДК 631.8:631.559:633.52(571.13)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Тимохин А.Ю., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Михайлов В.В., канд. биол. наук, н.с.,
Шаповал М.С., м.н.с.

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: timokhin@anc55.ru; slava.mikhaylov.1989@mail.ru; ms.shapoval1813@mail.ru

Аннотация. В статье представлены данные об урожайности и содержании сырого жира и белка в семенах льна масличного сортов Северный и Азурит в зависимости от применения азотных и фосфорных минеральных удобрений в 2023–2024 гг. в Омской области (Западная Сибирь). Засушливая погода 2023 г. и увлажненный 2024 г. обеспечили урожайность льна масличного до 1,59 т/га, где максимальные значения отмечались при совместном использовании азотных и фосфорных удобрений в дозе 60 кг д.в./га на фоне с повышенной обеспеченностью фосфором (150–200 мг/кг), обеспечив прибавку 87,1 % по сравнению с контролем (0,85 т/га). Отмечена средняя зависимость между максимальным содержанием белка и дозой аммиачной селитры N₆₀. Выявлена средняя положительная корреляция между дозами азотных ($r = 0,57$) и фосфорных ($r = 0,50$) удобрений и урожайностью льна масличного. Содержание белка и сырого протеина в семенах льна в среднем по вариантам опыта составляла 28,83 и 38,55 % соответственно, между которыми наблюдается средняя отрицательная корреляция ($r = -0,50$).

Ключевые слова: лен масличный, урожайность, белок, сырой жир, минеральные удобрения, корреляция, Западная Сибирь

Жмыхи, шроты и различные комбикорма из семян льна масличного, применяемые при кормлении коров, крупного рогатого скота, свиней и кур за счет фитоэстрогенов, лигнанов, заменимых и незаменимых аминокислот, полиненасыщенной незаменимой ω -3 жирной кислоты, витаминов А, Д, Е, К, F, минеральных и азотистых веществ способствуют увеличению их мышечной массы, снижению заболеваемости и повышению качества молока, мяса и куриных яиц и их усвояемости для человека [1–3].

Основные показатели качества семян льна масличного – содержание белка и сырого жира, которые, как и его урожайность, зависят от уровня удобренности и климатических условий, оказывающих существенное влияние на его рост и развитие в течение всего вегетационного периода [4–7].

Вследствие высокого генетического потенциала новых сортов льна масличного исследования по выявлению их отзывчивости на применение минеральных удобрений в условиях Омской области являются актуальными.

Цель исследований – изучить влияние минеральных (фосфорных и азотных) удобрений на урожайность, содержание белка и сырого жира в семенах льна масличного в Омской области (Западная Сибирь).

Полевые опыты были проведены в 2023–2024 гг. в восьмипольном севообороте ФГБНУ «Омский АНЦ» в Омской области.

Объекты исследований – лен масличный сорта Северный селекции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта (Сибирская опытная станция) и сорт Азурит, оригинатором которого является научно-производственное селекционно-семеноводческое сельскохозяйственное общество с ограниченной ответственностью «Сибирские масло-семена» (Омская область).

Почва стационара – лугово-черноземная с очень высоким содержанием обменного калия, средним – подвижного фосфора, низким – нитратного азота и нейтральной реакцией среды пахотного горизонта.

В ходе эксперимента рассматривалось влияние следующих факторов:

А – фоны с различной обеспеченностью почвы подвижным фосфором: средний (50–100 мг/кг, фон 0), повышенный (100–120 мг/кг, фон I и 120–150 мг/кг, фон II), высокий (150–200 мг/кг, фон III);

В – внесение фосфорного удобрения и без него (P_0 , P_{60});

С – внесение азотного удобрения и без него (N_0 , N_{30} , N_{60}).

Аммофос (фосфорное удобрение) и аммиачную селитру (азотное удобрение) вносили весной в соответствующих вариантах. Повторность опыта трехкратная, площадь элементарной делянки – 360 м², учетной – 18 м².

Лен сеяли во второй декаде мая с предварительной обработкой почвы культиватором и ее прикатыванием катками после посева. Норма высева льна масличного – 8 млн всхожих семян на гектар. Учеты урожайности семян осуществляли в третьей декаде сентября комбайном Wintersteiger Classic.

Белок и сырой жир определяли в лаборатории биохимии и физиологии растений ФГБНУ Омский АНЦ согласно общепринятым методикам, указанным в работе [8]. Статистическая обработка и корреляционный анализ данных проводили по Б.А. Доспехову [9].

Вегетационный период 2023 года характеризовался засушливой погодой с осадками ниже многолетних значений, среднемесячными показателями температуры выше нормы (ГТК = 0,80). В 2024 году регистрировалась теплая с большим количеством осадков погода со среднемесячной температурой воздуха около нормы и осадками выше ее при ГТК = 1,70. Погодные и климатические условия изучаемых периодов оказались контрастными: засушливый 2023 г. и увлажненный 2024 г., что позволило полноценно оценить урожайность и качество семян льна.

Урожайность культуры варьировала 0,85–1,59 т/га (см. таблицу). Применение аммофоса в среднем повышала ее с 1,06 до 1,25 т/га (на 17,9 %), а аммиачная селитра (N_{60}) с 1,03 до 1,30 т/га (на 26,2 %). Последствие фонов (фактор А) увеличивает продуктивность семян в среднем с 1,04 до 1,22–1,26 т/га (на 17,3–21,2 %), достигая максимальных значений (1,59 т/га) при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений ($N_{60}P_{60}$) на фоне с высокой обеспеченностью фосфором. При этом прирост урожая составляет 87,1 % (в 1,9 раза) по сравнению с контролем. Между урожайностью льна и применяемыми дозами азотных и фосфорных минеральных удобрений отмечена средняя положительная корреляция ($r = 0,57$ и $r = 0,50$ соответственно).

Минимальные, максимальные и средние значения белка в семенах льна составляли 28,34; 29,18; 28,83 %, сырого жира – 37,70; 39,48 и 38,55 % (рис. 1). При этом между ними наблюдается средняя отрицательная корреляция ($r = -0,50$).

Урожайность семян льна масличного в зависимости от уровня минерального питания (2023–2024 гг.), т/га

Урожайность семян овса массой 100 г в зависимости от уровня минерального питания (2020–2021 гг., МГА)							
Фосфорное удобрение (фактор В)	Азотное удобрение (фактор С)	Обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор А)				Среднее по фактору	
		0	I	II	III	В	С
P ₀	N ₀	0,85	0,95	1,19	1,10	1,06	1,03
	N ₃₀	0,88	1,02	1,13	1,06		
	N ₆₀	1,03	1,08	1,22	1,19		1,13
P ₆₀	N ₀	0,94	0,96	1,21	1,03	1,25	
	N ₃₀	1,10	1,18	1,37	1,35		
	N ₆₀	1,43	1,39	1,45	1,59		
Среднее, С		1,04	1,10	1,26	1,22	1,15	
НСР ₀₅ : А – 0,10; В – 0,12; С – 0,14; для частных средних – 0,35							

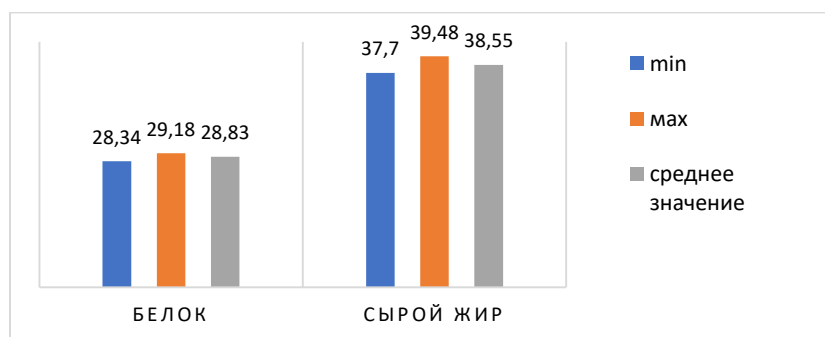


Рис. 1. Содержание белка и сырого жира в семенах льна масличного, %

Содержание белка при различных дозах удобрений варьирует от 28,69 до 28,92 %, достигая максимальных значений при применении N₆₀, сырого жира – от 38,53 до 38,70 % с максимумом при N₀ (рис. 2). Также между дозами аммиачной селитры и содержанием протеина установлена средняя положительная корреляционная связь ($r = 0,42$).

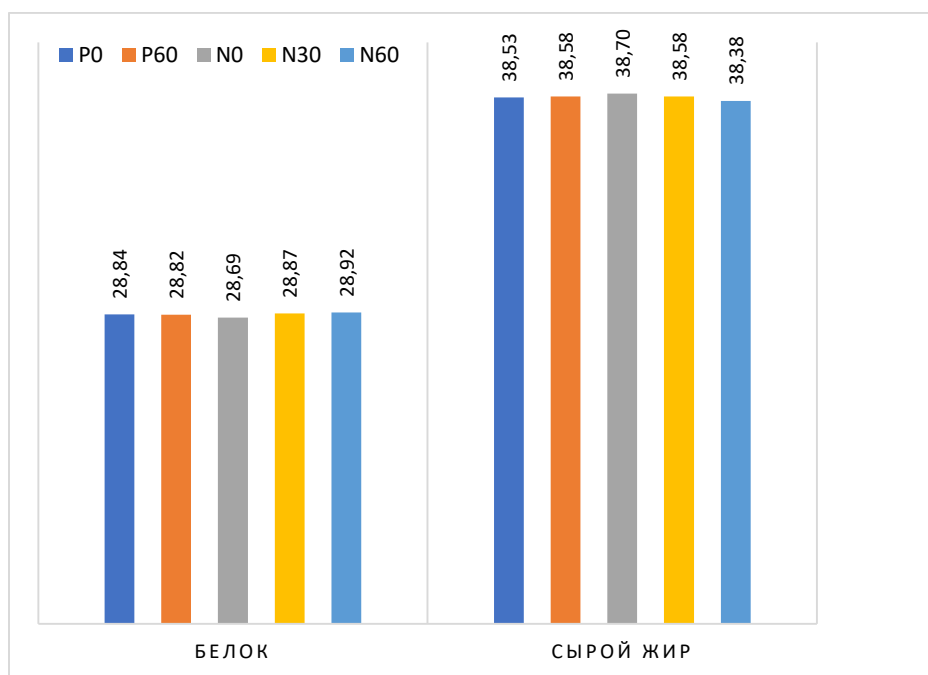


Рис. 2. Содержание белка и жира в зависимости от доз минеральных удобрений, %

Таким образом, в период исследований (2023–2024 гг.) получен урожай льна 0,85–1,59 т/га. Совместное применение азотных и фосфорных удобрений в дозе 60 кг д.в./га на фоне с повышенной обеспеченностью фосфором (150–200 мг/кг) обеспечило прибавку 87,1 % (в 1,9 раза) по сравнению с контролем (0,85 т/га). Отмечена средняя зависимость между максимальным содержанием белка и дозой аммиачной селитры N_{60} . Выявлена средняя положительная корреляция между дозами азотных ($r = 0,57$) и фосфорных ($r = 0,50$) удобрений и урожайностью льна масличного. Содержание белка и сырого протеина в семенах льна в среднем по вариантам опыта составляет 28,83 и 38,55 %, между которыми наблюдается средняя отрицательная корреляция ($r = -0,50$).

Список литературы

1. Зубцов В.А., Миневич И.Э. Стратегия развития технологий в кормопроизводстве по использованию семян льна и продуктов их переработки // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 4. – С. 72–79.
2. Кармач А.А., Костенко С.С. Исследование процессов деструкции растительных остатков льна в контролируемых лабораторных условиях // Аграрная наука. – 2025. – № 8. – С. 84–90. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-397-08-84-90.
3. Маракаева Т.В., Яковлева В.С. Урожайность и качество семян сортов льна масличного при разных сроках посева в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Агроботехнологии и цифровое земледелие. – 2025. – Т. 4. – № 4. – С. 23–29. DOI: 10.12737/2782-490X-2025-4-4-23-29.
4. Тимохин А.Ю., Бойко В.С., Михайлов В.В. Отзывчивость льна масличного на различный уровень минерального питания в лесостепи Западной Сибири // Аграрная наука. – 2024. – № 8. – С. 168–172. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-168-172.
5. Колотов А.П., Кипрушкина Н.А. Оценка продуктивности сортов масличного льна в условиях Свердловской области // Масличные культуры. – 2022. – Вып. 1. – С. 54–61. DOI: 10.25230/2412-608X-2022-1-189-54-61.
6. Маслинская М.Е., Почицкая И.М. Содержание белка в семенах сортов льна масличного и аминокислотный состав // Земледелие и растениеводство. – 2024. – № 2. – С. 38–42.
7. Колотов А.П., Синякова О.П. Влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на формирование урожайности семян льна масличного // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6. – С. 6–9.
8. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Яльянс, 2011. – 351 с.

ПОИСК МЕТОДА ПОЧВЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ В НОВОСИБИРСКОМ ПРИОБЬЕ

Ткаченко Г.И., канд. биол. наук, в.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: Da012gala@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по оценке трёх химических методов потенциальной почвенной диагностики фосфорного питания яровой пшеницы на чернозёме выщелоченном Новосибирского Приобья. Установлена высокая чувствительность к фосфатному состоянию почвы методов Карпинского – Замятиной и Николова. Положительное влияние фосфорных удобрений на продуктивность пшеницы и динамика подвижного фосфора в почве в течение вегетации показали непригодность стандартного метода Чирикова для диагностических целей.

Ключевые слова: фосфор, чернозём, диагностика, обеспеченность, метод анализа, урожай, прибавка

Агрохимическое изучение обеспеченности сельскохозяйственных культур доступными формами элементов питания с целью диагностики имеет особую актуальность при составлении системы применения удобрений. Для оценки условий фосфорного питания растений на некарбонатных чернозёмах в качестве стандарта рекомендован метод Чирикова. Практическое применение данного метода на почвах Сибири обнаружило противоречия между показаниями обеспеченности доступным фосфором и отзывчивостью культур на вносимые фосфорсодержащие удобрения. Отмечалось [1, 2], что при повышенном и даже высоком содержании в почве P_2O_5 наблюдалось положительное действие вносимых фосфорных туков. Обусловлено это спецификой фракционного состава сибирских почв. Крепкая уксуснокислая вытяжка Чирикова помимо доступных соединений фосфора извлекает недоступную часть минеральных фосфатов, что искажает истинную обеспеченность почвы этим элементом. Отмечается это и для некоторых чернозёмов европейской части страны [3]. Попытки разработать стандартную шкалу для чернозёмов Западной Сибири, основанные на данных вегетационных опытов и ограниченном количестве полевых исследований, оказались безуспешными [4]. Реальное совершенствование метода диагностики связано с выбором реагента, извлекающего из почвы доступное растениям количество минеральных фосфатов. Жёсткие кислотные реагенты за рубежом давно заменены на солевые и буферные [5, 6]. Учёными Сибирского НИИ земледелия и химизации [7] на основе анализа почвы опытных полей были апробированы некоторые зарубежные химические методы анализа.

Наши исследования имели целью определение адекватности нескольких химических методов почвенной диагностики фосфорного питания яровой пшеницы в полевых опытах.

Исследования выполнялись в 2021 г на чернозёме выщелоченном в Ордынском районе Новосибирской области (МО «Пролетарский сельский совет»). Валовое содержание гумуса, азота, фосфора и калия свидетельствует о высоком потенциальном плодородии исследуемого объекта (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика пахотного слоя чернозёма выщелоченного

Показатель	Содержание	Обеспеченность для зерновых
Гумус, %	7,19	
Азот общий, %	0,37	
Фосфор валовой, %	0,17	
Калий общий, %	0,89	
pH _{водн}	7,34	
P ₂ O ₅ по Чирикову, мг/кг	117,5	Повышенная
P ₂ O ₅ по Карпинскому - Замятиной, мг/кг	0,42	Средняя
P ₂ O ₅ по Николову, мг/кг	20,0	Средняя
N-NO ₃ , мг/кг (0-40 см)	6,10	Низкая
K ₂ O, мг/кг	470,9	Очень высокая

Содержание нитратного азота по зерновому предшественнику - низкое, обменного калия в вытяжке Чирикова - очень высокое.

Для определения обеспеченности почвы подвижным фосфором использовали три метода: Чирикова (0,5 н CH₃COOH) [8], Карпинского – Замятиной (0,03 н K₂SO₄) [8] и Николова (0,2 н C₄H₄O₅ (NH₄)₂) [6]. Содержание P₂O₅ по стандарт-методу свидетельствует об отсутствии необходимости добавочного внесения удобрений. Обеспеченность легкоподвижным фосфором по Карпинскому – Замятиной средняя. Метод Николова также показал среднее количество элемента.

Варианты опыта: 1 – контроль (N60K60 – фон); 2 – NK + P30; 3 - NK + P60; 4 – NK + P90.

Аммиачную селитру, калий хлористый и аммофос вносили разбросным способом с заделкой в почву. Площадь делянки – 9 м², повторность – 4-кратная. Высевалась яровая пшеница сорта Новосибирская 31. При закладке и по окончании опыта отбирали почвенные образцы.

Весенне-летний период 2021 г. характеризовался благоприятными условиями тепло- и влагообеспечения.

Данные полевых исследований свидетельствуют о высоком положительном действии фосфорсодержащих удобрений (табл. 2). Внесение 30 и далее 60 кг/га P₂O₅ увеличило сбор зерна в сравнении с контролем примерно на 30 %. На максимальной дозе удобрения урожай зерна пшеницы повысился на 41 %.

Таблица 2

Действие аммофоса на урожай зерна в полевом опыте, т/га

Вариант	Урожай зерна	Прибавка	
		т/га	%
Фон (NK)	4,00	-	-
P30	5,08	1,08	27
P60	5,30	1,30	32
P90	5,65	1,65	41
HCP ₀₅	0,20		

Анализ структуры урожая культуры позволил определить влияние отдельных элементов на его формирование (табл. 3). Вносимые фосфорные удобрения не влияли на количество растений пшеницы, но резко повышали их кущение.

Таблица 3

Структура урожая яровой пшеницы при разных дозах фосфорных удобрений

Вариант	Количество растений, млн/га	Коэффициент кущения	Масса зерна 1 колоса, г	Масса 1000 зёрен, г
NK (фон)	4,3	0,89	0,86	37,1
P30	4,7	1,01	1,10	37,6
P60	4,9	1,09	1,15	37,8
P90	4,7	1,05	1,16	36,4
HCP ₀₅	0,5	0,05	0,06	2,5

Повышение сбора зерна от добавочного фосфора произошло и за счёт массы колоса. Масса колоса на варианте P30 была на 28 % выше, чем на контроле. Дальнейшее увеличение дозы P₂O₅ повышало массу 1 колоса на 35%. Масса 1000 зёрен не зависела от вносимого фосфора.

Исследования по динамике содержания подвижного фосфора в почве позволили дать предварительную сравнительную оценку объективности изучаемых химических методов диагностики условий фосфорного питания зерновых (табл. 4).

Таблица 4

Динамика P₂O₅ в пахотном слое почвы при внесении разных доз фосфорных удобрений

Вариант	Время определения	Метод Чирикова		Метод Карпинского – Замятиной		Метод Николова	
		мг/кг	обеспеченность для зерновых	мг/кг	обеспеченность для зерновых	мг/кг	обеспеченность для зерновых
NK	весна	118	повышенная	0,47	средняя	20,0	средняя
	осень	152	высокая	0,43	средняя	14,6	низкая
NKP30	весна	118	повышенная	0,47	средняя	20,0	средняя
	осень	169	высокая	0,78	повышенная	26,6	средняя
NKP60	весна	118	повышенная	0,47	средняя	20,0	средняя
	осень	182	высокая	0,76	повышенная	32,0	средняя
NKP90	весна	118	повышенная	0,47	средняя	20,0	средняя
	осень	187	высокая	1,28	высокая	42,2	высокая

Установлено, что содержание подвижного фосфора в почве по методу Чирикова не зависело от варианта удобрения. Как на контроле, так и на вариантах с внесением аммофоса под вегетирующими растениями от весны к осени отмечалось накопление P₂O₅.

Метод химического анализа почвы по Карпинскому-Замятиной был очень чувствителен к фосфатному состоянию почвы. Если на контроле (вариант NK) стартовое количество почвенного фосфора за время вегетации оставалось неизменным, то при внесении фосфорсодержащих удобрений оно закономерно увеличивалось. На вариантах P30 и P60 исходное среднее количество элемента к осени возрастало до повышенного. Максимальная доза аммофоса способствовала накоплению высокого количества легкоподвижной формы фосфора.

Вытяжка Николова (яблочно-кислый аммоний) также отражала удобренность почвы. На варианте с азотно-калийными удобрениями отмечена убыль фосфора почвы от весны к осени в связи с использованием его растениями. Между тем 30 и 60 кг д.в. аммофоса сохраняли исходную обеспеченность фосфором в течение вегетации. Максимальная доза внесённого аммофоса обеспечило накопление в почве высокого количества доступного растениям фосфора.

Таким образом, в полевом опыте на чернозёме выщелоченном Новосибирского Приобья из трёх испытанных химических методов оперативной диагностики чувствительными к фосфатному состоянию почвы были вытяжки Карпинского – Замятиной (0,03 н K₂SO₄) и

Николова (0,2 н $C_4H_4O_5(NH_4)_2$). Стандартный для чернозёмов метод Чирикова (0,5 н CH_3COOH) не отражал реальную обеспеченность почвы доступным для зерновых культур фосфором почвы.

Список литературы

1. Гамзиков Г.П., Поставская С.М. Характеристика методов определения подвижного фосфора в чернозёмах Западной Сибири // Химия в сельском хозяйстве. - 1975. - № 2. - С. 71-75.
2. Лангольф В.Д., Аверкина С.С., Никитин А.С., Васильев В.А., Тихобаева З.И. Содержание доступного фосфора и эффективность фосфорных удобрений на чернозёмах Новосибирской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 1976. - № 3. - С. 1-5.
3. Недбаев В.Н., Жиликов Д.И. Динамика содержания подвижных соединений фосфора в зональных почвах Курской области и урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 5. - С. 41-47.
4. Антипина Л.П. Проблемы фосфора в земледелии Западной Сибири // Почвенно-агрохимические проблемы интенсификации земледелия Сибири: сб. науч. тр. - Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 1989. - С. 110-128.
5. Христенко А.А. Использование национальных стандартов для диагностики азотного, фосфорного и калийного состояния почв Украины // Агрохимия. - 2014. - № 7. - С. 60-68.
6. Nikolov N.A. 9-th World Fertilizer Congress Proceedings. – Budapest, 1984. – P. 274.
7. Берхим Ю.И., Чагина Е.Г., Янцен Е.Д. Совершенствование почвенной диагностики фосфорного питания // Химия в сельском хозяйстве. - 1989. - № 4. - С. 49-52.
8. Агрохимические методы исследования почвы. - М.: Наука, 1975. - 494 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-95>
УДК 633.34:631.36

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В РИЗОСФЕРЕ СОИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ

Тукмачева Е.В., канд. биол. наук

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: res81@mail.ru

Аннотация. Исследования выполнены на посевах сои - третьей культуры зернопарового пятипольного севооборота. Выявлено, что совместное использование микроэлементов, биопрепаратов и минеральных удобрений оказывает положительное действие на численность азотфиксирующих бактерий в первую фазу развития культуры. В динамике отмечено существенное снижение численности азотфиксирующих микроорганизмов в засушливых условиях 2023 года (ГТК = 0,80). Численность тестируемой группы в течение вегетационного периода сои варьировала от 3,6 до 78,1 млн КОЕ/г в вариантах опыта.

Ключевые слова: соя, азотфиксирующие бактерии, предпосевная обработка семян, ризосфера, среда Эшби

Земледелие, функционирующее в условиях резкого сокращения внесения минеральных удобрений, весьма заинтересовано в использовании ресурсосберегающих агротехнологий,

позволяющих получить дополнительные источники минерального питания растений. Это может быть достигнуто в результате применения микроэлементов и биопрепаратов, повышающих симбиотическую азотфиксацию и улучшающих усвоение других макроэлементов бобовыми растениями [1]. В процессе симбиоза бобовых растений с клубеньковыми бактериями за счет световой энергии, аккумулированной растениями, происходит фиксация азота воздуха. В зависимости от условий окружающей среды и конкретного вида зернобобовой культуры, способность к биологическому связыванию азота составляет от 50 до 200 кг на гектар в год [2].

В «неповрежденных» почвах наблюдается большое разнообразие свободноживущих фиксаторов атмосферного азота, обогащающих почву минеральным азотом – одним из главных компонентов питания растений. Большая часть микроорганизмов, связывающих азот, осуществляет этот процесс в глубоких слоях почвы в анаэробных или микроаэробных условиях [3].

В этой связи целью исследований было выявление изменения численности азотфиксирующих бактерий при предпосевной обработке семян сои сорта Сибириада (микроэлементами, биопрепаратом) на разных фонах удобренности.

Изучение азотфиксирующих микроорганизмов ризосферы сои выполняли на полях Омского аграрного научного центра в условиях южной лесостепной зоны Западной Сибири. Вегетационный период 2023 г. был недостаточно увлажненным, за май - август ГТК = 0,80. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесиловатая среднесуглинистая. Предпосевную обработку семенного материала осуществляли в день посева агрокультуры (молибдатом аммония; раствором CuЭДТА в концентрации 0,25%; препаратом Ризоторфин (штамм 835) - производство ВНИИСХМ). Варианты опыта: контроль (без предпосевной обработки семян), Mo, Mo + Cu, Mo + Cu + инокуляция (И), Mo + И, N₃₀P₃₀, N₃₀P₃₀ + Mo, N₃₀P₃₀ + Mo + Cu, N₃₀P₃₀ + Mo + Cu + И, N₃₀P₃₀ + Mo + И.

Использовали скороспелый сорт сои омской селекции Сибириада (вегетационный период 96-112 суток). Троекратно по основным фазам развития растений проводили отбор ризосферы сои. Учет численности азотфиксирующих бактерий осуществляли путем посева на твердую питательную среду Эшби [4].

Важнейшим фактором формирования урожайности сои является влагообеспеченность вегетационного периода, особенно количество эффективных осадков в генеративные фазы развития (формирования бобов и налива семян). При этом она устойчива к кратковременной засухе и переувлажнению в остальной период. Урожайность сои в годы с достаточным выпадением осадков достигает уровня 40 ц/га и выше, а в условиях жестких засух находится на уровне 8-10 ц/га [5]. Для максимальной реализации биологического потенциала продуктивности сои в агротехнологиях необходимо учитывать не только почвенно-климатические условия, но и специфические особенности каждого поля, которые зависят от принятой системы земледелия, общего уровня интенсификации растениеводства и особенностей севооборота.

Исследованиями, выполненными ранее в нашей лаборатории отмечено, что при применении бактериализации семян сои отмечается увеличение численности агрономически значимых групп микроорганизмов, составляющих основу почвенного микробиоценоза [6].

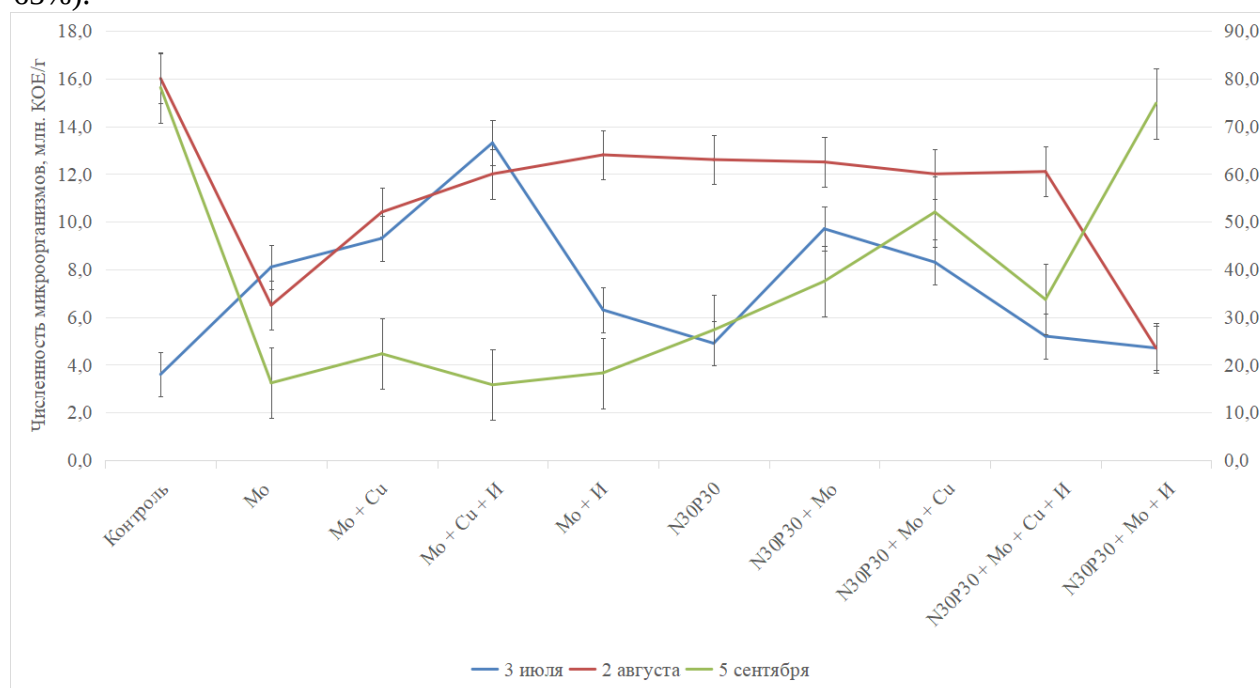
Количество азотфиксирующих бактерий в течении вегетационного периода сои варьировало от 3,6 в фазу развития 3-4 листа сои до 78,1 млн КОЕ/г в фазу созревания сои в контрольных вариантах (см. рисунок).

В фазу развития 3-4 листа (3 июля 2023 года) отмечено стимулирование изучаемой группы по всем вариантам опыта как на фоне без удобрений, так и на удобренном фоне. Увеличение бактерий составило от 30,6% в варианте N₃₀P₃₀ + Mo + И до 269,4% в варианте Mo +

Cu + И. Максимальные значения тестируемой группы в фазу развития 3-4 листа отмечается в варианте использования микроэлементов и инокуляции 13,3 млн КОЕ/г.

В фазу цветения и созревания сои (2 августа 2023 г., 5 сентября 2023 г.) изучаемые агроприемы снижают численность азотфиксирующих микроорганизмов по вариантам опыта. В фазу цветения наибольшее снижение группы отмечено в варианте N₃₀P₃₀ + Mo + И до 71% относительно контроля и до 59% в вариантах применения молибдата аммония.

В фазу созревания на удобренном фоне снижение выше (71-79%), чем на удобренном (4-65%).



Влияние предпосевной обработки семян на численность азотфиксирующих бактерий в ризосфере сои (n = 9)

По основной оси построена численность за 03.07.2023, 02.08.2023, по вспомогательной – за 05.09.2023

При определении доли влияния факторов на численность тестируемой группы микроорганизмов установлено, что влияние фона удобренности составило 28,6%, вариантов предпосевной обработки семян – 17,0%, взаимодействие факторов 54,4%.

Таким образом, результаты исследования показали, что в условиях 2023 года предпосевная обработка семян микроудобрениями и биопрепаратом существенно снижала численность азотфиксирующих бактерий. Максимальная стимуляция микробной активности наблюдается в фазу образования 3-4 листа сои в варианте совместной предпосевной обработки семян молибдатом аммония, хелатом меди и инокуляции.

Список литературы

1. Парахин Н.В., Осин А.А., Осина В.С. Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 3 (12). – С. 2-4.
2. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры - важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 6-13.

3. Дьячкова Л.Г., Чермашенцева Н.А. Влияние пестицидов на жизнеспособность азотфиксирующих бактерий рода *Azotobacter* // Химия и технология органических веществ. – 2017. – № 1 (1). – С. 69-74. DOI: 10.54468/25876724_2017_1_69.
4. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1993. – 175 с.
5. Дубинкина Е.А., Шабалкин А.В., Макаров М.Р. Изучение обработки семян и растений сои инокулянтами и микробиологическими удобрениями в Центральном Черноземье // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 1 (45). – С. 50-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-50-58.
6. Вейнбендер А.А., Шулико Н.Н., Хамова О.Ф., Поползухина Н.А., Солдатова Л.Т. Влияние бактериализации семян сои препаратом «Ризоторфин ВР 835» на микробиологическую активность ризосферы и продуктивность культуры // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 11 (200). – С. 64-72. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-64-72.

<https://doi.org/10.26898/2026-96>
УДК 631.3:631.4

РЕЗЕРВЫ РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ

Утенков Г.Л., канд. техн. наук,
Малюга А.А., д-р с.-х. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: utenkov1951@mail.ru

Аннотация. Преобладающее использование экстенсивных технологий возделывания агроценозов обусловлено наличием дефицита финансовых и трудовых ресурсов. А возможности и потребности в технологическом изменении определяется структурой распределенного капитала. При имеющихся резервах роста урожайности, требуется смена методологии проводимых исследований, направленных на формирование инновационных решений. Новые технологии обеспечивают экономию ресурсов, расширяют возможности применения стандартного набора технологий, увеличивая их эффективность, способствуют продлению сроков используемым технологиям. При выборе вариантов системы требуется критерий. В качестве критерия эффективности формируются целевые функции, представляющие собой математические модели. Урожайность агроценозов является интегральным показателем эффективности земледелия, оценивает степень и эффективность использования земли и влияет на величину других показателей. Подавляющее большинство реальных процессов и соответствующие им математические модели нелинейны. Нелинейные процессы характеризуют изменения свойств различных объектов в пространстве и во времени, в связи с воздействием различных факторов. Нелинейность показателей проявляет себя в форме логистической кривой и описывается функцией Ричардса. Для повышения эффективности возделывания агроценозов лабораторией защиты зерновых и картофеля СФНЦА РАН разработан технологический комплекс для защиты растений от болезней и вредителей. Комплекс включает физические, химические и биологические методы воздействий. Комплексная реализация в единой системе позволит поднять эффективность производства. При этом необходимым условием является устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Ключевые слова: агроценозы, урожайность, эффективность, инновации, методология, нелинейность, логистические кривые, технологический комплекс, технические средства

Инновационный путь развития России - это один из главных рычагов подъема народного хозяйства. Новые технологии обеспечивают экономию ресурсов, внося значительный вклад в темп экономического роста и благосостояния. Они расширяют возможности применения стандартного набора технологий, увеличив их эффективность, способствуя продлению сроков используемым технологиям. Причем возможности и потребности в технологических изменениях определяются структурой распределенного капитала и технологий. Инновации в АПК рассматриваются как результат труда, полученный благодаря использованию новых знаний, улучшающих процесс агропромышленного производства и потребительские качества продукции и одновременно направленный на усовершенствование предмета исследований. И чем выше уровень новизны инновации, тем значительно разрушается старая система и тем меньше ее элементами их свойствами переходит в новую систему. А насыщение системы новыми элементами, обуславливающими ее рост или развитие, должно происходить с тем числе с учетом закона наименьших (агрономический закон Либиха, тектологический закон по А. Богданову) [1]. Однако не все благополучно. Земледелие не соответствует своему потенциалу. Имеется 2- и 3-кратное увеличение урожайности. Рекомендуются увеличивать производство зерновых культур (ЗК), как экстенсивными, так и интенсивными методами возделывания. Но одни и те же уровни интенсивности технологий обеспечивают разные параметры урожайности на разных типах почв. А применение на мировом уровне усредненных показателей приводит к экспоненциальному расходу потребляемых ресурсов [2]. Нужны не средние показатели эффективности, а функции.

В зависимости от структуры объекта исследования применяется совокупность методов его изучения. Для сложных объектов требуются более разнообразные методы исследования. Причем совокупность применяемых методов исследования представляют собой методологию. Считается, что методологический кризис в науке и инженерии АПК страны является одной из причин стагнации производства отечественных продуктов питания, массового импорта их и сельскохозяйственной техники. Предлагается [3] рассматривать агротехнологию как единство четырех составляющих: последовательный перечень взаимосвязанных и взаимообусловленных технологических операций; параметры агротребований, которые должны быть достигнуты путем выполнения той или иной операции; необходимые для выполнения операции материально – технические средства; база информационной поддержки агротехнологий и технические средства диагностики состояния посевов и параметров среды. А методологию формирования агротехнологии осуществляют путем последовательного преодоления факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. Методология является элементом экономических исследований, который включает как теоретический, так и эмпирический уровень познания, состоит из общенаучного знания и философских оснований науки. Развитие и уровень сельскохозяйственного производства в значительной степени определяют совершенством техники. Однако техника отечественного производства способна реализовать лишь традиционные и экстенсивные технологии. Техническая проблема обусловлена неполнотой их технического совершенства.

С экологических позиций, интенсификация земледелия приводит к прогрессирующей тенденции увеличения нагрузки на почву вследствие роста массы и количества проходов тяжелых МТА по полю. Почва при этом переуплотняется. Уровень экологического воздействия на почву, выполняемыми агротехнологическими приемами, пропорционален затратам энергии расходуемой на деформацию почвы движителями и рабочими органами МТА. Считается, что

предельная экологически возможная величина аккумуляции антропогенной энергии в почве составляет 15 ГДж. Установлено [4], что нелинейность показателей допустимых, предельно допустимых, критических и катастрофических нарушений почвы от нагрузки на них, как правило, проявляет себя в форме логистической кривой и описывается функцией Ричардса.

Выделение различных качественных состояний экосистемы (в том числе почвы), связанных с изменением масштабов нагрузки на нее, производится путем анализа соответствующих дифференциальных производных, позволяющих четко определить точки перегиба на графике. Максимум первой производной соответствует координате - центру зоны кризиса или зоны критических нарушений, максимум второй производной – центру зоны риска или предельно допустимых нарушений, а минимум последней – центру зоны экологических бедствий или зоны необратимых нарушений.

Актуальным на сегодняшний день является биологизация и точность технологических процессов. Неточность в обосновании параметров объекта исследований (завышенные или заниженные значения) приводит к неэффективному использованию потребляемых ресурсов [5]. Однако дефицит финансовых, трудовых ресурсов, а также незначительные инвестиции не позволили перейти на новый технологический уклад. Производство продукции по-прежнему остается не только экстенсивным и энергоемким, но и экологически несбалансированным. Считается [6], что отсутствие технологического прогресса в земледелии неизбежно реализует действие закона убывающего плодородия почв, приводящего к низкой эффективности капложений, хотя урожаи наращиваются медленными темпами. Причем каждая новая прибавка урожая стоит все дороже. Возникает проблема как противоречие между желаемой экономической эффективностью и экологической устойчивостью агроландшафтов. Имеющая место проблемная ситуация, обусловлена наличием противоречия между необходимостью повышения эффективности возделывания агроценозов, путем управляющих воздействий технологий, и недостаточностью для этого решения имеющихся в наличии ресурсного обеспечения.

При выборе вариантов системы, создаваемой для реализации цели, требуется критерий, который характеризует степень достижения цели. В качестве критерия эффективности формируются целевые функции, представляющие собой математические модели, с которыми проводятся операции нахождения наиболее предпочтительные значения условий для критериев. Принято считать, что урожайность возделываемых культур является интегральным показателем эффективности земледелия, оценивает степень и эффективность использования земли и влияет на величину других показателей. Она определяет все основные элементы технологии с основными характеристиками машин через показатель качества работ. Для повышения эффективности возделывания агроценозов, рекомендуется создавать цепочку добавленной стоимости: «свойства – процессы – урожайности – рентабельность». Причем свойства формируют процессы. А подавляющее большинство реальных процессов и соответствующие им математические модели нелинейны. Нелинейные процессы могут характеризовать изменение свойств различных объектов в пространстве и во времени, в связи с воздействием различных факторов и т.д. Кроме того, при установлении градаций показателей экологического состояния почвенных ресурсов по степени проявления отдельных признаков необходимо учитывать нелинейный характер его изменения [4, с. 17-18]. Это требует определения оптимальных свойств почвы, которые являются функцией ряда независимых переменных и сочетанием свойств почв. Причем каждому данному сочетанию физико-механических и технологических свойств почвы соответствуют свои оптимальные способы технологических воздействий, обеспечивающие наибольшую эффективность по качеству, энергозатратам, экономическим показателям. Изменение физико-механических и технологических свойств обрабатываемых

материалов оказывает влияние на характер технологии обработки. Поэтому ресурсосберегающие технологии приобретают особую значимость.

В СФНЦА РАН предложен комплексный прием для защиты агроценозов, включающий физические, химические и биологические методы воздействия на агроценозы. Это позволяет рассматривать ресурсосбережение с нескольких подходов: экономических, в сокращении затрат, выраженных в денежных единицах на проведение всех приемов, составляющих технологию выращивания культуры; энергетических, заключающихся в сокращении затрат, выраженных в энергетических единицах, используемых для выполнения всех агротехнологических приемов; эколого-энергетических, заключающихся в сокращении энергии не только на выращивание возделываемой культуры, но и на мероприятия по сохранению и даже повышению плодородия почвы.

Каждая агротехнология имеет особое индивидуальное значение как средство управления продукционным процессом в агроценозе и оценивается определенными затратами на ее реализацию. А применение агротехнологий без учета пространственной и временной variability параметров плодородия почв приводит повсеместно к нарушению равновесия агроэкосистем [7]. Поэтому любая технология должна отвечать трем основным требованиям: эффективно использовать местные почвенно-климатические условия (солнечная радиация, тепло, влага, плодородие почвы); учитывать биологические особенности возделываемых культур, удовлетворяя их потребности и способам обработки почвы, подбору адаптивных сортов, сроков сева, уходу за посевами; не загрязнять окружающую среду. Для получения ощутимой прибавки урожайности возделываемых культур необходимо реализовать дифференцированный выбор технологий и технических средств с учетом состояния и свойств обрабатываемых полей. Причем необходимость применения управления обусловлено технологическим воздействием на управляемую систему с целью обеспечения требуемого ее поведения. Как процесс, управление обеспечивает поддержание уровня организации технологии; а развитие – повышение уровня организации технологии, обеспечивая переход на другую кривую. Развитие представляет собой изменения, связанные с отражением внешних возмущений, что сопровождается упорядочением связей, накоплением информации, возникновением новых структур, их усложнением и детерминацией - это процесс самоорганизации. Проблема развития любой технологии – это возможность войти в зону целостных, высокоорганизованных систем [8].

При переходе к более интенсивным технологиям идет снижение затрат на единицу продукции и повышение конкурентоспособности производства. В качестве основных факторов интенсификации сельхозпроизводства необходимо рассматривать биологические, технологические, технические и тесно связанные с ними экономические, организационные и кадровые вопросы. И только их комплексная реализация в единой системе позволит поднять эффективность производства. При этом необходимым условием является устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Список литературы

1. Завражнов А.И., Завражнов А.А., Ланцев В.Ю., Манаенков К.А. Итоги, пути и перспективы развития агроинженерной науки в г. Мичуринске – наукограде РФ // Мичуринск – наукоград РФ. - 2023. - 47 с.
2. Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Личман Г.И., Смирнов И.Г., Марченко А.Н. Цифровые технологии химизации сельского хозяйства: теория и практика. - М.: ФНАЦ ВИМ, 2020. - 180 с.

3. Якушев В.В. Точное земледелие: теория и практика. - СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. - 364 с.
4. Макаров О.А. Особенности развития и функционирования почв: моногр. – М.: МАКС Пресс, 2025. – 174 с.
5. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия – неотложная задача // Экономика сельского хозяйства России. - 2009. - № 2. - С. 17-25.
6. Розанов В.Г. Расширенное производство почвенного плодородия (некоторые теоретические аспекты) // Почвоведение. - 1987. - № 2. - С. 5–15.
7. Панфилов В.А. Диалектика технологий агропромышленного комплекса. - 2023. - № 1. - С. 4–9.

<https://doi.org/10.26898/2026-97>
УДК 551.582

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОЧВЫ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Харюткина Е.В.^{1,2}, канд. физ.-мат. наук,
Морару Е.И.¹, канд. физ.-мат. наук,
Логинов С.В.¹, канд. физ.-мат. наук

¹Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
e-mail: kh_ev@mail2000.ru

Аннотация. В исследовании представлен анализ тенденций климатических изменений в регионе Западной Сибири по данным реанализа и моделирования в XXI в. Построено пространственное распределение температуры почвы на глубинах по территории. Получены сезонные оценки скорости ее изменения в северной и южной частях региона в последние десятилетия. Мы установили, что при продолжающемся росте концентрации CO₂ к 2100 году во все сезоны будет наблюдаться увеличение температуры воздуха, температуры в приповерхностном слое почвы, количества осадков, а также уменьшение высоты и площади снежного покрова. Корреляционно-регрессионный анализ позволил определить степень вклада климатических величин в изменчивость температуры почвы - он будет уменьшаться летом и увеличиваться осенью. Указанные тенденции приведут к изменению параметров (изменение площади, глубина протаивания) зоны многолетней мерзлоты к концу XXI в., оказывая влияние на инфраструктуру и экосистемы региона.

Ключевые слова: температура почвы, температура воздуха, снежный покров, атмосферные осадки, данные реанализа ERA5, данные моделирования CMIP6, многолетняя мерзлота, Арктика

Региональным откликом на наблюдаемое глобальное потепление является увеличение экстремальности климата, которое проявляется в увеличении числа дней и интенсивности опасных неблагоприятных событий [1, 2]. В Западной Сибири рост значений приземной температуры воздуха (как средних, так и экстремальных) наблюдается на всей территории, а увеличение количества осадков и скорости ветра - преимущественно в ее северных районах [3]. При этом отмечается рост температуры почвы в приповерхностном слое, что в том числе

приводит к деградации криолитозоны [4, 5]. Поэтому исследование изменений в арктической зоне региона, где темпы потепления выше, является актуальным [6].

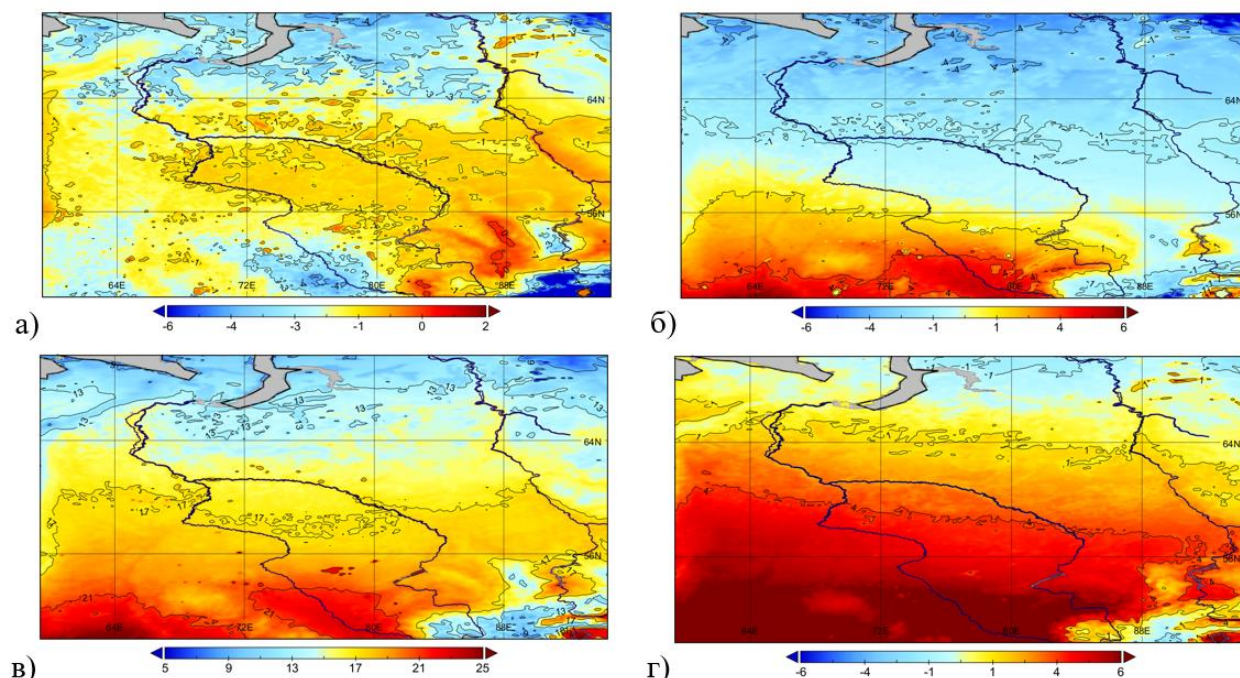
Цель исследования - анализ тенденций климатических изменений в Западной Сибири на основе данных реанализа и моделирования в начале и конце XXI в. Важной задачей является также оценка вклада метеорологических параметров в изменчивость температуры приповерхностного слоя почвы, где особое внимание уделялось изменениям в арктической части региона.

Исследование мы проводили за временной интервал 1979–2024 гг. для региона Западной Сибири, который был условно поделен на две части: южная часть - 50–60° с.ш., 60–90° в.д., арктическая - 60–70° с.ш., 60–90° в.д. Мы выбрали следующие метеорологические величины: температура почвы в приповерхностном слое (T_{soil}), температура приземного воздуха (T), атмосферные осадки (R), высота снежного покрова (SD). В качестве исходных данных использовались средние за месяц значения из данных реанализа ERA5-Land и данных из проекта CMIP6 (модель CESM2). Подробно методика изложена в [2].

На основе исследуемых баз данных мы установили, что в регионе в современный период 1979–2014 (и в 1979–2024 гг.) наблюдаются следующие тенденции: увеличение температуры воздуха, температуры почвы на глубинах, количества осадков, а также значительное уменьшение высоты снежного покрова, особенно в зоне сплошной многолетней мерзлоты (к тому же, здесь и межгодовая изменчивость этой величины меньше). Из рисунка следует, что значения температуры почвы возрастают во все сезоны с севера на юг, максимум при этом приходится на июль в верхних слоях почвы до глубины 100 см, и на октябрь - в более глубоком слое 100–289 см. При этом наименьшие значения наблюдаются в апреле для всех рассмотренных глубин.

Согласно оценкам коэффициента линейного тренда, приведённым в таблице, скорость роста температуры почвы также приходится на июль, при этом в северной части Западной Сибири (как в июле, так и за год в целом) оценки выше, чем в южной (что вполне ожидаемо из-за более интенсивного потепления климата в арктической зоне). Обращает также на себя внимание высокое и статистически значимое значение коэффициента линейного тренда осенью, что также говорит о больших, чем на юге, темпах потепления в этот сезон.

Мы установили, что в современный период нулевая изотерма (рассчитана на основе средних годовых значений температуры почвы, является условной границей распространения многолетней мерзлоты), располагается на глубине до 1,5 м. На основе полученных значений температуры почвы, можно считать, что сезонно-талый слой формируется преимущественно во второй половине года - с июня по ноябрь. Однако к концу XXI в., когда температура воздуха существенно возрастет (почти на 11 °C по сценарию SSP5-8.5) положительные значения температуры почвы на глубинах будут наблюдаться в течение большей части года, захватывая, в том числе холодный период - с апреля по декабрь. Таким образом, опираясь на полученные тенденции, можно говорить о том, что будет происходить увеличение области и глубины сезонного оттаивания, а следовательно, и деградация многолетней мерзлоты [7].



Средние месячные значения температура почвы (°C) в слое 7-28 см в регионе Западной Сибири по данным реанализа ERA5-Land за 2000–2024 гг.:

а – январь; *б* – апрель; *в* – июль; *г* – октябрь

Коэффициенты линейного тренда температуры почвы (°C/10 лет) в слое 7-28 см за 2000–2024 гг. по данным реанализа ERA5-Land в Западной Сибири

Месяц Регион	Январь	Апрель	Июль	Октябрь	Год
Север	0,44	0,44	0,95	0,64	0,57
Юг	0,16	0,50	0,84	0,41	0,34

Примечание. Жирным шрифтом выделены значимые оценки по $\alpha = 0,05$.

В нашем исследовании мы рассчитали оценки коэффициентов детерминации (описывают влияние климата на изменение температуры почвы) для арктической зоны Западной Сибири, они максимальны на глубине 1 м: летом главная роль принадлежит температуре воздуха, осенью определяется преимущественно высотой снежного покрова. Стоит отметить, что к концу столетия снежный покров может и вовсе не наблюдаться на территории региона, поэтому оказывать влияние на свойства почвы не будет. Однако может возрасти влияние на параметры зоны мерзлоты (скорость и глубина протаивания) опасных погодных явлений, например аномальных осадков, особенно в теплый период года.

Полученные количественные оценки вкладов метеорологических величин в изменчивость температуры почвы в приповерхностном слое арктической зоны Западной Сибири могут быть использованы при решении задач в области исследования современных и ожидаемых изменений характеристик зоны многолетнемерзлых грунтов (изменение площади, глубины сезонно-талого слоя), а также их влияния на инфраструктуру и экосистему региона.

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы FWRG-2026-0010.

Список литературы

1. Ломакина Н.Я., Лавриненко А.В. Оценка современных тенденций изменения среднемесячной температуры в пограничном слое атмосферы Сибирского региона // Оптика атмосферы и океана. – 2021. – Т. 34. – № 9. – С. 705–710.
2. Харюткина Е.В., Логинов С.В., Усова Е.И., Мартынова Ю.В., Пустовалов К.Н. Тенденции изменения экстремальности климата Западной Сибири в конце XX – начале XXI в. // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2019. – Т. 2. – С. 45–65.
3. Kharyutkina E.V., Loginov S.V., Moraru E.I., Pustovalov K.N., Martynova Yu.V. Dynamics of Extreme Climatic Characteristics and Trends of Dangerous Meteorological Phenomena over the Territory of Western Siberia // Atmos. Ocean Opt. – 2022. – Vol. 35. – No. 4. – P. 394–401.
4. Харюткина Е.В., Морару Е.И., Логинов С.В. Тенденции изменения климатических величин и их влияние на температурный режим почвогрунтов в арктической части Западной Сибири // Оптика атмосферы и океана. – 2025. – Т. 38. – № 7. – С. 571–580.
5. Мохов И.И., Малахова В.В., Аржанов М.М. Модельные оценки внутри-и межвековой деградации «вечной мерзлоты» в регионе полуострова Ямал при потеплении // ДАН. Науки о Земле. 2022. – Т. 506. – № 2. – С. 219–226.
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. – М.: Росгидромет, 2015. – 107 с.
7. Дрэйпер Н., Сит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: ИД «Вильямс», 2007. – 912 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-98>
УДК 631.41

СООТНОШЕНИЕ ОБМЕННЫХ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ РЕКИ ДЕСНА

Чекин Г.В., канд. с.-х. наук, доцент,

Силаев А.Л., канд. с.-х. наук, доцент

Брянский государственный аграрный университет, Брянская область, с. Кокино, Россия
e-mail: gb-swamp@yandex.ru

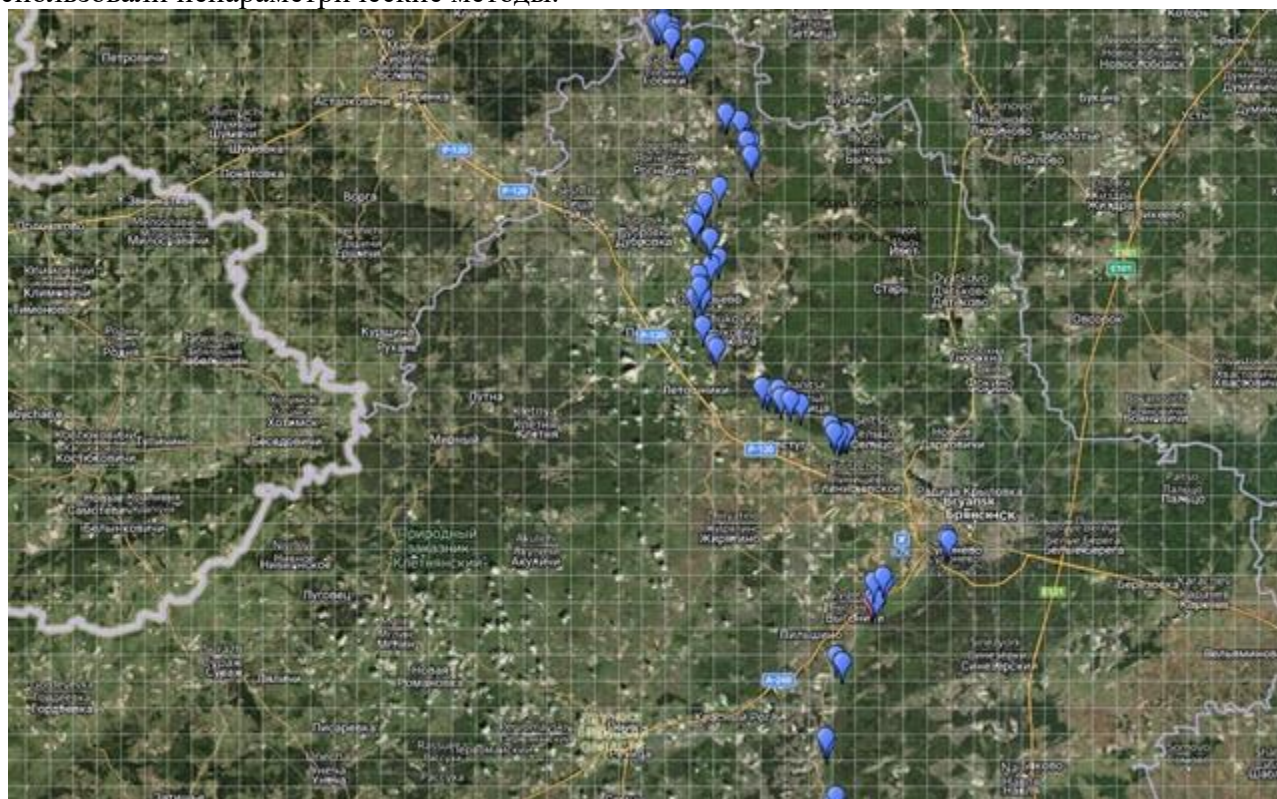
Аннотация. Изучение соотношения обменных кальция и магния в аллювиальных почвах поймы реки Десна представляет значительный интерес ввиду их роли в обеспечении оптимального питания растений и поддержании почвенной структуры. Исследования проводились на территории Брянской области, включали отбор и анализ 198 почвенных образцов различного гранулометрического состава. Анализ показал значительное варьирование соотношения обменных кальция и магния. Установлено, что независимо от типа почвы и её гранулометрии, показатели соотношения обменных кальция и магния варьируют широко, демонстрируя значительную степень вариабельности. Высокое колебание показателей требует индивидуальной оценки каждого участка перед его вовлечением в сельскохозяйственное производство. Результаты исследования подчеркивают необходимость тщательного контроля и коррекции соотношения обменных кальция и магния для эффективного сельхозпроизводства на аллювиальных почвах р. Десна.

Ключевые слова: аллювиальные почвы, обменный кальций, обменный магний

Соотношение обменных кальция и магния в почве является важной характеристикой, определяющей баланс питательных веществ и обеспечивающих оптимальное питание растений. Считается, что благоприятным являются соотношения Ca:Mg от 3:1 до 6:1. При меньшем соотношении наблюдается нарушение почвенной структуры, при большем – возникает дефицит магния, в связи с конкурентным поглощением корнями растений кальция [1-3]. Для поймы р. Десна характерно большое разнообразие условий формирования почв, обусловленное различными факторами, такими как рельеф, геологическое строение коренного берега и т.п. [4]. Это приводит к пространственной неоднородности свойств почв, в том числе по соотношению обменных кальция и магния. При этом пойменные почвы остаются главным резервом земель сельскохозяйственного назначения в регионе, который с неизбежностью будет вновь вовлечен в сельхозпроизводство.

Целью исследования является изучение соотношения обменных кальция и магния в аллювиальных почвах р. Десна.

Исследования проводили на пойме р. Десна в пределах Брянской области (см. рисунок). Отбор почвенных образцов проводили со стенки разреза по генетическим горизонтам. Привязку объектов выполняли с помощью GPS-приемника. Описание почв проводили в соответствии с Классификацией почв России 2004. К анализу образцы подготавливали общепринятыми методами. Всего проанализировано 198 образцов, из них 88 – гумусовые горизонты. Обменный кальций и магний определяли по ГОСТ 26487-85 трилометрическим методом. Статистическую обработку результатов выполняли с помощью программ Statistica и MS Excel. При расчете коэффициента вариации принимали следующее: 0-10% – низкая вариабельность; 10-20% – средняя вариабельность; 20-30% – высокая вариабельность; > 30% – очень высокая вариабельность. Нормальность распределения данных проверяли тестом Шапиро – Уилка. В случае несоответствия закону нормального распределения, для статистической обработки использовали непараметрические методы.



Ключевые почвенные участки

Исходные данные были сгруппированы в два массива по типу почвы: аллювиальные слоистые и аллювиальные серогумусовые. В зависимости от гранулометрического состава в аллювиальных слоистых почвах были выделены следующие группы: песчаные и супесчаные, легкосуглинистые, средне- и тяжелосуглинистые; в аллювиальных серогумусовых: песчаные и супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и легкоглинистые. Проверка распределения данных показала, что они не подчиняются закону нормального распределения. Исходя из этого, для обсуждения закономерностей корректнее использовать медианное значение вместо среднего.

В гумусовых горизонтах аллювиальных слоистых почв в ряду от песчаных/супесчаных до тяжелосуглинистых и легкоглинистых разновидностей медиана соотношения содержания обменных кальция и магния составила 4,14; 6,34 и 5,00. При этом показатель очень сильно варьирует: коэффициент вариации составил 68,8; 48,7 и 44,4% соответственно. Максимальные значения достигают 16,5, что является негативным, для обеспеченности растений магнием. В нижележащих горизонтах соотношение обменных кальция и магния составило 5,00; 6,00 и 3,67 при $CV = 52,8; 59,8$ и $67,5\%$. Максимальные соотношения достигают 15,25. Какие-либо закономерности соотношения, в зависимости от гранулометрического состава, не отмечены. По профилю почв так же не отмечены закономерности в распределении соотношения обменных кальция к магнию: отмечаются варианты как с уменьшением соотношения с глубиной, так и с увеличением, или практически не изменяющимся.

В гумусовых горизонтах серогумусовых почв, в ряду от песчаных/супесчаных до тяжелосуглинистых/легкоглинистых, медиана соотношения обменных кальция и магния составляет 5,00; 5,32; 5,78 и 5,87. Для песчаных/супесчаных и среднесуглинистых разновидностей отмечена очень высокая вариабельность показателя, $CV = 69,7$ и $155,9\%$ соответственно. Максимальный показатель составляет 18,00. Для легкосуглинистых и тяжелосуглинистых/легкоглинистых отмечена высокая вариабельность показателя, $CV = 24,0$ и $22,4\%$ соответственно. Максимальный показатель равен 9,27. В нижележащих горизонтах медиана соотношения обменных кальция и магния составляет 5,00; 5,71; 5,66 и 5,59 соответственно в ряду по утяжелению гранулометрического состава. Для среднесуглинистой разновидности почвы отмечена высокая вариабельность – $26,7\%$, для остальных очень высокая – $93,3; 47,1$ и $53,3\%$ соответственно. Максимальные значения достигают 42,00 в связаннопесчаной разновидности. Закономерности изменения соотношения от гранулометрического состава или в профильном распределении не отмечены.

Таким образом, установлено, что в аллювиальных почвах р. Десна, показатель отношения обменных кальция и магния варьирует в широком диапазоне, не зависимо от гранулометрического состава и типа почвы. Изменение данного соотношения вниз по профилю почвы также не имеет каких-либо общих закономерностей. Для успешного ведения сельскохозяйственного производства на аллювиальных почвах р. Десна необходимо учитывать полученные результаты, корректируя соотношение $Ca:Mg$ до оптимальных значений.

Список литературы

1. Хасанова А.Х., Колесников С.И., Яковлева Л.В. Физико-химические свойства аллювиальных почв разного хозяйственного использования // Естественные науки. - 2025. - № 2 (19). - С. 47-57.
2. Лаптева Е.М., Денева С.В., Дегтева С.В. Пойменные почвы речных долин как объект особой охраны в системе ООПТ Республики Коми // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. - 2020. - № 8. - С. 46-64.

3. Betancur-Corredor B., Kamau J.W., Perez-Jimenez J.S. et al. Small-scale spatial variability of Technosol properties in a chronosequence of reclamation of dredged-sediment landfills // Land Degradation and Development. - 2023. - Vol. 34. - No. 12. - P. 3712-3727.
4. Чекин Г.В. Изменение параметров плодородия аллювиальных почв мелиорированной поймы р. Десны при использовании в качестве сенокоса // Мелиорация и гидротехника. - 2024. - Т. 14. - № 3. - С. 46-65.

<https://doi.org/10.26898/2026-99>
УДК 5265/862376

СРАВНИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Черемнова В.А.¹, главный ландшафтный архитектор

Ландшафтный центр Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: Cool.valentina123@yandex.ru

Аннотация. В полевых опытах проведена оценка сравнительной устойчивости сортов различной скороспелости яровой мягкой пшеницы к корневым гнилям. Сильнее всего вредоносность к корневой гнили проявилась на среднераннем сорте Новосибирская 29, она отмечалась практически все годы исследований. В то же время регрессионный анализ развития болезней на сортах и их урожайностью показал, что изучаемые сорта проявляли разную выносливость к болезням. Последнее целесообразно учитывать при разработке сортовых технологий защиты яровой пшеницы.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорта, корневые гнили, фитосанитарное состояние

Данные исследования получены в полевом опыте с сортами 2009-2011 годах при проведении мелкоделяночных опытов в учебно-опытном хозяйстве Новосибирского государственного университета инженерии и биотехнологий «Тулинское». Посев сортов яровой пшеницы разных групп скороспелости провели сеялкой СН-16. В работе исследовали следующие сорта яровой пшеницы разных групп скороспелости: среднеранние (Новосибирская 29 и Омская 36), среднеспелые (Новосибирская 89 и Омская 29), среднепоздние (Баганская 95 и Омская 28). Размер опытных делянок 80 м², повторность двукратная. В период начала вегетации на делянках отбивали 12 стационарных учетных площадок размером 50 x 50 см, где в фазу налива зерна по общепринятым методикам проводили учеты листостеблевых инфекций (Зубков, 1978; Экологический мониторинг..., 2002). В фазу полной спелости зерна на площадках (с их площади) отбирали образцы растений пшеницы для последующего их анализа на биологическую урожайность. Данные учетов болезней и урожайности подвергали дисперсионному и регрессионному анализу по программе SNEDEKOR 5.0 для Windows (автор О.Д. Сорокин).

В ходе реализации процесса интенсификации зернопроизводства, а также увеличения зерновых культур в севооборотах продовольственных культур, образуются определенные условия, в результате которых происходит нарушение равновесия между сапрофитной и патогенной микрофлорой с увеличением патогенных вредителей, отсюда наблюдается увеличение вредоносности корневых гнилей зерновых культур наряду с увеличением урожайности [3]. На посевах яровой пшеницы возбудители корневой гнили в основном

различают два типа поражения - гельминтоспориозную или фузариозную. При смешанном типе поражения, различают гельминтоспориознофузариозную, где возбудитель меняется последовательно по мере роста и развития самого растения. В состав гельминтоспориозной корневой гнили входят несовершенные грибы из родов *Bipolaris*, *Curvularia*, *Alternaria* и *Pythium*. Согласно исследованиям В.И. Билай (1977), среди фитопатогенных грибов рода *Fusarium* spp. преобладающее значение имеют такие виды, как *F. avenaceum* (F. Sacc), *F. oxysporum* Schlecht, *F. graminearum* Schwabe и *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc [4]. *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (*B. sorokiniana*) заселяет 70-75% пахотных площадей Западной Сибири, что приводит к значительному недобору урожая зерновых культур на 10-15% [7]

По мнению Н.Г. Власенко, на развитие болезни корневой гнили сорта оказывают большее значение, чем технологии выращивания [5]. Устойчивые сорта к неблагоприятным фитосанитарным факторам, более эффективно решают задачи защиты яровой пшеницы от повреждений, энерго- и ресурсосбережения, а также охраны окружающей среды от загрязнения пестицидами и химикатами [5, 6].

Таблица 1

Фитосанитарное состояние яровой пшеницы в полевом опыте с сортами

Вредные организмы	Единица измерения	Фактические данные			Рекомендуемый ЭПВ ₀₅
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	
Хлебная полосатая блошка	Поврежденность листьев, %	2009 г.	2010 г.	2011 г.	50
		6,1-13,6	1,1-2,0	0,9-1,8	
Скрытостеблевые вредители	Повреждено растений, %	1,4-2,7	6,3-13,7	7,3-9,3	6-10
Пшеничный трипс	Личинок на 1 колос	4-9	16-22	24-47	40-50
Корневые гнили	Развитие, %	4,8-6,6	15-22	6-8	5,0
Септориоз	Развитие, %	14,4-17,1	17-22,1	13-16	10-20
Бурая ржавчина	Развитие, %	27,4-39,7	0-4,5	0	40
Мучнистая роса	Развитие, %	0,8-6,3	16,5-20	34,0-36,5	15-20
Сорняки	Экз./м ²	9,5-22,5	72,6-97,8	40,9-56,4	15-18

Растения пшеницы в наших опытах поражались как гельминтоспориозной (возбудитель – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Schoemaker), так и фузариозной (*Fusarium oxysporum* Schlechtend: Fr.) корневыми гнилями. Но в основном преобладала гельминтоспориозная корневая гниль. Более высокая пораженность растений корневыми гнилями была отмечена в 2010 году, она составила (15-22%), что составило почти в два раза больше, чем в опытах 2009 и 2011 годов.

Сравнительный анализ пораженности сортов корневыми гнилями в среднем за годы проведения исследований показал, что болезнью менее всего поражались среднепоздний сорт Баганская 95 и среднеранний сорт Омская 36, а наиболее сильно поражаемым был среднеспелый сорт Новосибирская 89 (табл. 2). Причем наиболее выраженными эти различия между сортами были в умеренном по развитию болезни 2010 году. В 2010 году, когда развитие корневых гнилей была близкой к порогу вредоносности, изучаемые сорта статистически достоверно по этому показателю не различались. Разница в пораженности болезнью между этими сортами составила 1,6 раза. Наиболее устойчивые среднепоздние сорта, в частности среднепоздний сорт Баганская 95, он оказался наиболее устойчивым к болезни.

Таблица 2

Пораженность сортов мягкой яровой пшеницы корневыми гнилями (в среднем по растению)

Группа скороспелости сортов	Сорт	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Среднее
Среднеранние	Новосибирская 29	23,3	15,0	7,7	15,3
	Омская 36	23,0	14,5	6,8	14,8
Среднеспелые	Новосибирская 89	26,0	22,7	7,5	18,7
	Омская 29	25,5	16,5	8,5	16,8
Среднепоздние	Баганская 95	18,6	15,1	8,4	14,0
	Омская 28	21,7	15,8	8,1	15,2
НСР ₀₅	–	4,1	5,2	1,6	3,7

В 2009 году, когда наблюдалось максимальное развитие болезни на растениях, статистически достоверное развитие было отмечено только между среднеспелым сортом Новосибирская 89 и среднепоздним сортом Баганская 95.

Таблица 3

Регрессия между пораженностью растений корневыми гнилями и урожайностью

Группа скороспелости сортов	Сорт	2009 г.	2010 г.	2011 г.	урожайность, т/га
Среднеранние	Новосибирская 29	-2,109±0,943**	-0,292±0,350	-0.612±0.921	2.05
	Омская 36	1,654±1,070*	0,781±2,371*	-0.624±3.117	2.87
Среднеспелые	Новосибирская 89	-1,169±1,457	-0,427±0,398	-1.338±2.035	2.13
	Омская 29	1,047±0,341**	0,691±0,370	-0.802±5.232	2.48
Среднепоздние	Баганская 95	-0,967±0,315	0,465±1,421	-0.455±0.694	2.76
	Омская 28	-0,246±0,544	-0,484±0,411	-0.140±0.337	2.41

Корреляция между урожаем и пораженностью вторичных корней составила -0.839 ($p < 0,01$).

Доля влияния на урожай пораженности вторичных корней 52,5%.

Сравнительный анализ поражаемости сортов показал, что самую высокую чувствительность к болезни проявлял среднеспелый сорт Новосибирская 89, сорт стабильно отрицательно реагирует по всем трем годам исследований. Ту же самую тенденцию наблюдаем на среднераннем сорте Новосибирская 29. Наиболее устойчивые к болезни оказались среднеранний сорт Омская 36 и среднепоздний Омская 29. Отрицательная связь по двум годам наблюдалась так же на среднепозднем сорте Баганская 95, причем наибольшая чувствительность сорта, была отмечена в 2009 году. Проанализировав полученные данные, можно сказать, что косвенная связь между болезнью и урожаем была отмечена на, среднераннем сорте Новосибирская 29 и среднеспелом сорте Омская 29 (табл. 3), на остальные сорта реакция на болезнь была слабой, либо отрицательная связь отсутствовала.

Выводы

1. Фитосанитарное состояние сортов в посевах характеризовалось как умеренное. Развитие отдельных вредных видов существенно не превышало экономические пороги вредоносности.

2. К корневым гнилям относительно устойчивым был среднепоздний сорт Омская 28, бурой ржавчине - среднеспелый сорт Омская 29, мучнистой росе - среднеранний Омская 36, хлебной полосатой блошке, скрытостеблевым вредителям и пшеничному трипсу - Новосибирская 29. Не выявлено статистически достоверных различий в пораженности сортов септориозом. Также статистически не различалась между сортами численность сорняков в

посеве. Ранжирование сортов по поражаемости показало, что наименьшей относительной устойчивостью к комплексу вредных организмов характеризовался среднеранний сорт Новосибирская 29.

3. Наиболее выражено различие в корневых гнилях было в умеренно влажные годы, оказывало влияние погодные условия.

4. Отрицательное влияние на урожайность оказывали корневые гнили. Наиболее сильно вредоносность к корневым гнилям была отмечена в 2009 году, в меньшей степени в 2010 и 2011 годов.

5. Сильнее всего вредоносность к корневой гнили проявилась на среднераннем сорте Новосибирская 29, она отмечалась практически все годы исследований. Слабее всего корневые гнили влияли на урожайность на среднераннем сорте Омская 36 и Омская 29 и среднепозднем Баганская 95. Слабо реагировал на корневые гнили среднепоздний сорт Омская 28.

Список литературы

1. Зубков А.Ф. Методические указания по сбору полевой биоценологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. – Л.: ВИЗР, 1978. – 18 с.
2. Танский В.И., Левитин М.М., Павлюшин В.А., Буров В.Н., Гончаров Н.Р. Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: метод. рекомендации. – СПб.: ВИЗР, 2002. – 76 с.
3. Bonanomi G., Capodilupo M., Incerti G. et al. Fungal diversity increases soil fungistasis and resistance to microbial invasion by a non resident species // Biological control. - 2014. - Vol. 72. - P. 38–45.
4. Билай В.И. Фузариоз. – Киев, 1977. – 442 с.
5. Власенко Н.Г., Кулагин О.В., Егорычева М.Т. и др. Влияние сорта и технологии возделывания на формирование фитосанитарной ситуации в посевах яровой пшеницы в лесостепи Приобья // Вестник защиты растений. – 2018. – № 2. – С. 21–28.
6. Кулагин О.В., Кудашкин П.И., Егорычева М.Т. и др. Роль сортовых особенностей и элементов технологий возделывания в формировании комплекса основных вредителей яровой пшеницы в лесостепи Приобья // Защита зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков: достижения и проблемы: материалы Междунар. конф. с элементами научной школы для молодых ученых, аспирантов и студентов (Большие Вяземы, 5–9 дек. 2016 г.). – Большие Вяземы, 2016. – С. 32–36.
7. Коробова Л.Н., Гурова Т.А., Голощапова Е.А. и др. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: метод. рекомендации. – Новосибирск, 2010. – 48 с.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ РЕНТГЕНОВСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ НА СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УРОЖАЙНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА

Чуликова Н.С.¹, канд. с.-х. наук,

Малюга А.А.¹, д-р с.-х. наук,

Голощапов С.А.¹,

Енина Н.Н.¹, канд. с.-х. наук,

Близнюк У.А.^{2,3}, д-р физ.-мат. наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва, Россия

³Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына,
Москва, Россия

e-mail: natalya-chulikova@yandex.ru

Аннотация. Исследованиями по выявлению влияния рентгеновского излучения в дозах от 5 до 30 Гр на структурные элементы урожая и продуктивность рапса ярового было установлено, что все изучаемые дозы эффективны и относительно контроля увеличивают выживаемость растений на 30,5-36,1 %, количество стручков на 1 растении – на 3,2-106,6 %, длину стручка – на 9,1-14,5 %, массу 1000 семян – на 52,6-73,7 %, урожайность – на 8,1-83,8 %.

Ключевые слова: радиационная обработка, рентген, рапс яровой, урожайность

Радиационные технологии играют значительную роль в различных областях науки и техники [1]. Так, в аграрной промышленности ионизирующее излучение применяется для селекции, подавления патогенной микрофлоры, продления сроков хранения полученного урожая, а также стимуляции роста растений при их предпосевной обработке [2]. При этом дозы, рекомендуемые для радиационной стимуляции семян, варьируются в широком дозовом диапазоне в зависимости от типа обрабатываемой культуры [3]. Например, облучение картофеля сорта Gala рентгеновским излучением в дозах 5-30 Гр способствует снижению распространенности различных форм ризоктониоза на дочерних клубнях и повышению качества клубней нового урожая [4]. В отличие от этого, обработка лилейника в дозе 15 Гр и гороха в дозах 20-30 Гр ингибирует всхожесть и ростовые процессы культур, так же, как и облучение пшеницы в дозах 70 и 150 Гр [5-7].

Следует отметить, что к настоящему времени механизмы биологического действия ряда физических факторов, еще недостаточно изучены и нуждаются в дальнейших фундаментальных исследованиях. Таким образом, применение радиационных технологий и изучение влияния излучения на растения приобретает особую актуальность.

Целью исследований было определение влияния различных доз рентгеновского излучения от 0 до 30 Гр на структурные элементы урожая и продуктивность рапса ярового.

Изучение влияния различных доз рентгеновского излучения на посевной материал ярового рапса проводили на гибриде Билдер (урожай 2024 г.). Основой для исследований послужил однофакторный полевой эксперимент (2025 г.), заложенный согласно методике проведения полевых опытов и обработанный статистически методом дисперсионного анализа с

помощью пакета прикладных программ SNEDEKOR [8, 9]. Технология возделывания рапса в опыте соответствовала общепринятым для данного региона и включала в себя: основную обработку осенью – стойками СиБИМЭ на 10-15 см, весной – закрытие влаги боронами БЗС-1, предпосевную обработку – по диагонали основной обработки культиватором «Степняк» на 10-15 см. Посев осуществляли 05.06.2025 г. с нормой высева 700 тыс. всхожих зерен/га. Повторность опыта была 6-кратная. Площадь делянок под каждым вариантом 6 м². Уход за посевами включал обработки по вегетации против сорной растительности и вредителей [10].

Облучение семян проводили на рентгеновском аппарате РАП-100 (Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына, Москва, Россия) в дозах – 5, 10, 15, 20, 25 и 30 Гр. Контроль – без облучения. Мощность дозы 1,0 Гр/с. Параметры трубки – напряжение 80 кВ, ток 10 мА. Облучение семенного материала проводили в пакетиках, который выкладывали монослоем. При облучении были затронуты только поверхностные слои, при этом внутренние слои облучены не были.

Далее все облученные семена были предоставлены сотрудникам СФНЦА РАН для проведения дальнейшего полевого эксперимента.

По результатам исследований, установлено, что в среднем по опыту к моменту уборки выживаемость и количество растений на 1 м² составили 91,9 % и 62,5 шт./м² соответственно. Все изучаемые дозы рентгеновского излучения в диапазоне 5-30 Гр существенно увеличивали данные показатели по сравнению с контролем на 30,5-36,1 и 41,7-66,7 % (или 17,5-58,0 шт./м²). Между изучаемыми дозами максимум выживаемости растений и их количества наблюдали в вариантах 15 и 30 Гр – 100,0 % и 70,0 шт./м², а минимум – 5 Гр – 94,4 % и 59,5 шт./м².

В среднем по опыту на 1 растении рапса сформировалось 78,0 стручков (см. таблицу). Количество стручков на растениях повышали все дозы рентгеновского излучения от 3,2 до 106,6 % относительно контроля. Максимальное число стручков на 1 растении отмечено в варианте 10 Гр – 116,5 шт., минимальное – 15 Гр – 58,2 шт.

Влияние предпосевной обработки семян рентгеновским излучением на структуру урожая и продуктивность рапса, ± ошибка (2025 г.)

Доза облучения, Гр	Количество стручков, шт./1 раст.	Длина стручка, см	Количество семян, шт./1 стручок	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
0 (контроль)	56,4±2,1	5,5±0,2	11,0±0,7	3,4±0,10	1,9±0,10	3,7±0,03
5	65,2±2,9	6,3±0,1	11,7±0,8	5,1±0,20	3,0±0,02	4,0±0,02
10	116,5±6,3	6,2±0,1	11,7±0,8	5,8±0,04	2,9±0,01	4,7±0,03
15	58,2±5,1	6,1±0,1	10,6±0,5	4,1±0,10	3,3±0,10	6,8±0,03
20	84,0±3,9	6,0±0,1	10,0±0,6	4,8±0,20	3,2±0,30	5,3±0,01
25	77,0±1,8	6,2±0,1	11,2±0,7	5,5±0,10	2,9±0,40	6,9±0,03
30	88,8±0,8	6,1±0,1	11,6±0,6	7,4±0,10	2,9±0,02	6,4±0,05
В среднем по опыту	78,0±4,5	6,0±0,1	11,1±0,7	5,2±0,10	2,9±0,10	5,4±0,10

В среднем стручок был длиной 6,0 см и в нем созревало 11,1 шт. семян. Длину стручка относительно контроля увеличивали все изученные дозы на 9,1-14,5 %. Наибольший размер стручков зафиксирован в варианте 5 Гр – 6,3 см, а наименьший – 20 Гр – 6,0 см. Количество семян в 1 стручке повышали дозы 5, 10, 25 и 30 Гр на 1,8-6,4 % в сравнении с контролем.

Наибольшее количество семян в 1 стручке созрело в вариантах 5, 10 и 30 Гр – 11,6-11,7 шт., а наименьшее – 20 Гр – 10,0 шт.

Было установлено, что в среднем по опыту с 1 растения рапса собирали 5,2 г семян, а масса 1000 семян составила 2,9 г. Все дозы увеличивали данные показатели в сравнении с контролем от 20,6 до 117,6% и от 52,6 до 73,7 % соответственно. Среди доз рентгеновского излучения максимальная масса семян с 1 растения была получена в варианте 30 Гр – 7,4 г, а минимальная – при использовании дозы 20 Гр – 4,8 г. Особенно крупные зерна рапса сформировались в варианте с дозой 15 Гр – 3,3 г.

Все вышеперечисленные факторы в итоге повлияли на урожайность культуры. В среднем по опыту она составила 5,4 т/га. Все дозы увеличили данный показатель от 8,1 до 83,8 % относительно контроля. Максимальная урожайность семян рапса получена в варианте 25 Гр – 6,9 т/га, а минимальная – 5 Гр – 4,0 т/га. Увеличение урожайности в вариантах от 5 до 30 Гр объясняется высокими показателями всхожести, выживаемости и элементов структуры урожая.

Таким образом, дозы рентгеновского излучения в диапазоне 5-30 Гр оказывали стимулирующее влияние на растения рапса в течение вегетации. Максимальный урожай среди вариантов с облучением получен при использовании 15 Гр, а наименьший – 5 Гр.

Список литературы

1. Обрезков О.И. и др. Взаимодействие ионов с поверхностью «ВИП-2023». – 2023. – С. 239-242.
2. Черняев А.П. и др. Радиационные технологии обработки биообъектов // Вестник Московского университета. Сер. 3: Физика, астрономия. – 2025. – Т. 80. – № 3. – С. 2530201.
3. Tkhorik O.V. et al. World experience in the application of low-energy electron irradiation in agriculture // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Агрономия и животноводство. – 2023. – Т. 18. – № 4. – С. 541-553.
4. Чуликова Н.С. и др. Влияние различных доз рентгеновского излучения на фитосанитарное состояние клубней картофеля нового урожая сорта гала // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. – 2024. – № 5 (72). – С. 111-117.
5. Матяшук Р.К., Чипиляк Т.Ф. Использование рентгеновского облучения для обогащения сортового разнообразия лилейника // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. – 2010. – № 15 (86). – С. 60-65.
6. Смолина Д. М. Влияние рентгеновского излучения на семена растений // Forcipe. – 2019. – Т. 2. – С. 263.
7. Чуликова Н.С. и др. Воздействие электронного и рентгеновского излучений на всхожесть пшеницы, биометрические параметры проростков и фитосанитарное состояние // Международный форум «Агробιοтехнологии: достижения и перспективы развития» (28-31 авг. 2023). – М., 2023. – С. 189-196.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. – М., 2012. – 351 с.
9. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. - 2-е изд. - Новосибирск, 2012. - 282 с.
10. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2025 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Шабанова И.В., канд. хим. наук, доцент

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия
e-mail: Shabanova_I_V@mail.ru

Аннотация. В пахотном слое чернозема выщелоченного Западного Предкавказья содержание марганца и свинца 0,3ПДК, меди 0,5ПДК, цинк 0,7ПДК, кадмия 0,2ПДК, кобальта 0,1ПДК. В зерне озимой пшеницы и озимого ячменя содержание микро и ультрамикроэлементов снижается в ряду $Zn > Mn > Cu > Pb > Cd > Co$.

Ключевые слова: микроэлементы, чернозем выщелоченный, озимая пшеница, ячмень

Чернозем выщелоченный Западного Предкавказья имеет повышенную буферность по отношению к большинству микроэлементов, что снижает доступность их растениям [1–4]. Вносимые минеральные удобрения могут по-разному влиять на подвижность тяжелых металлов в почве, как за счет попадания их в пахотный слой с удобрениями, так и за счет изменения pH среды. Недостаток микроэлементов для растений можно компенсировать некорневыми подкормками [6], однако избыток в почве некоторых «умеренно опасных микроэлементов» или «ультрамикроэлементов» [5], таких как кадмий, свинец, цинк, удалить сложно.

Поэтому в рамках многолетнего стационарного опыта было оценено влияние применения минеральных удобрений и навоза на содержание некоторых тяжелых металлов в пахотном слое почвы и зерне озимой пшеницы и ячменя. С минеральными удобрениями в почву попадание тяжелых металлов уменьшается в ряду $Mn > Cr > Zn > Cu > Cd > Pb > Ni > Co$. Однако основным источником тяжелых металлов является навоз. С ним поступает до 7 кг марганца, и менее килограмма цинка и меди, до 200 г кадмия, кобальта, и свинца на 1 га. Под озимую пшеницу вносили $N_{120}P_{60}K_{40}$, ячмень – $N_{40}P_{40}K_{40}$. Под предшественник озимой пшеницы – сахарную свеклу – внесли 60 т/га навоза полуперепревшего КС. Почвы представлены черноземом выщелоченным сверхмощным легкоглинистым [1–4]. Кислоторастворимые формы тяжелых металлов определяли в азотнокислой вытяжке почвы, и золе зерна озимой пшеницы атомно-абсорбционным методом на МГА-915. Результаты анализа почвы и зерна представлены в таблице.

Результаты статистической обработки показали, что применение навоза и минеральных удобрений влияет на содержание кислоторастворимых форм Mn и Zn в почве, и практически не воздействует на накопление Cd, Pb, Cu и Co. Отсутствует превышение ПДК по содержанию тяжелых металлов как в почве, так и в выращенной продукции.

Содержание кислоторастворимых форм в почве марганца, свинца и цинка снижается при выращивании озимого ячменя с подсевом люцерны после озимой пшеницы, меди, наоборот, возрастает практически на 30 %, кадмия и кобальта – не изменяется.

Степень подвижности тяжелых металлов в почве составляет марганца – 20 %, кадмия – 11 %, меди и цинка – не более 5 %, свинца и кобальта – 2 %. Для металлов 2-го класса опасности, таких как свинец, низкая подвижность их в почве является положительным фактором. По уровню содержания меди и цинка чернозем выщелоченный относится к низкообеспеченному типу, по марганцу – среднеобеспеченному.

Буферность почвы по отношению к необходимым зерновой продукции цинку и меди – ведет к дефициту их в выращиваемой продукции. Снижение уровня содержания цинка, меди и марганца в зерновой продукции на вариантах с применением удобрений по сравнению с контролем свидетельствует о недостатке этих микроэлементов растениям.

Содержание микроэлементов в почве и растениях, мг/кг

Вариант	Кислоторастворимые формы						Продукция растениеводства					
	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Co
<i>Озимая пшеница</i>												
Контроль	530	19,2	71,1	13,4	0,184	8,5	23,5	4,45	35,0	0,077	0,05	0,03
Навоз	474	23,0	78,3	13,1	0,193	9,2	24,4	4,32	27,5	0,128	0,08	0,07
Навоз + NPK	462	23,3	72,5	13,6	0,185	9,3	22,3	3,47	22,7	0,121	0,08	0,07
НСП ₀₅	12	1,1	6,5	0,6	0,03	0,2	1,5	0,55	2,3	0,05	0,03	0,02
<i>Озимый ячмень</i>												
Контроль	399	30,5	64,7	11,4	0,194	9,5	8,5	3,11	24,8	0,076	0,03	0,02
Навоз	412	27,1	65,2	12,9	0,161	9,4	10,6	2,52	23,2	0,078	0,04	0,03
Навоз + NPK	410	27,2	66,1	11,9	0,166	9,6	12,1	2,81	26,7	0,094	0,05	0,02
НСП ₀₅	9,5	1,5	1,8	0,5	0,05	0,1	0,9	0,5	1,99	0,01	0,01	0,01
ПДК	1500	55	100	32	2,0	40	110	10,0	50	0,2	0,1	1,0

Уровень кадмия в зерне приближается к опасным показателям на вариантах с применением удобрений и составляет 0,8ПДК, что ведет к увеличению коэффициента риска канцерогенной смерти человека при постоянном употреблении такой продукции.

Для восстановления микроэлементного питания растений рекомендуется применение некорневых подкормок в начальных фазах роста. Поскольку цинк и кадмий являются синергистами, и на фоне недостаточного цинкового питания растений из почвы, кадмий, имея сходный размер и химические свойства, легко ими поглощается. Высокое содержание гуматов также увеличивает доступность растениям кадмия из почвы, поскольку константы устойчивости комплексных соединений цинка с органическим веществом в несколько раз выше, чем кадмия. Менее связан с веществами, находящимися в почве, марганец, что обусловлено возможностью образования растворимых веществ, как в кислой, так и слабощелочной среде.

Таким образом, применение как минеральных удобрений, так и навоза совместно с NPK не оказывает существенного влияния на накопление тяжелых металлов Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Co в почве, сохраняя их уровень ниже ПДК. Снижение содержания эссенциально важных микроэлементов в зерне озимой пшеницы и озимого ячменя при использовании минеральных удобрений и навоза связана с увеличением урожайности. Вызывает опасения накопление кадмия в зерне озимой пшеницы на уровне 0,8ПДК, что обусловлено дефицитом цинкового питания из почвы. Исследуемый чернозем выщелоченный относится к низкообеспеченным почвам по содержанию цинка и меди, что требует мер по восстановлению питания растений в виде некорневых подкормок.

Список литературы

1. Шабанова И.В., Нешидим Н.Н. Влияние агротехнологий на содержание тяжелых металлов в почве и качество зерна озимого ячменя // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 1 (17). – С. 103–111.
2. Загорулько А.В., Шабанова И.В., Нешидим Н.Н., Гайдукова Н.Г. Биогенные и токсичные тяжелые металлы в агроценозе Кубани при интенсификации земледелия // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 58–64.

3. Гайдукова Н.Г., Кошеленко Н.А., Сидорова И.И., Шабанова И.В. Влияние различных факторов на содержание токсичных элементов в черноземе выщелоченном // Агрохимический вестник. – 2010. – № 6. – С. 17–18.
4. Гайдукова Н.Г., Шабанова И.В., Сидорова И.И. Биогеохимическая оценка обеспеченности чернозема выщелоченного эссенциальными микроэлементами // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 129–135.
5. Семендяева Н.В., Морозова А.А., Елизаров Н.В. Умеренно опасные микроэлементы в почвах засоленных агроландшафтов Барабинской равнины // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52. – № 1. – С. 5–15.
6. Тимофеев В.Н., Вьюшина О.А. Испытание наночастиц макро- и микроэлементов на зерновых культурах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52. – № 1. – С. 37–47.

<https://doi.org/10.26898/2026-102>
УДК 631.8631.559:633.16(571.1)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Шаповал М.С., м.н.с.,
Тимохин А.Ю., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Михайлов В.В., канд. биол. наук, н.с.
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: ms.shapoval1813@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили в 2023-2024 гг. в южной лесостепи Омской области с целью выявления влияния различных условий питания азотом и фосфором на урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя. Схема опыта включала дозы удобрений N_0 , N_{30} , N_{60} , P_{60} , $N_{30}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}$, которые накладывались на фоны обеспеченности P_2O_5 (по Чирикову: I – средняя, 50-100 мг/кг; II и III – повышенная, 100-150 мг/кг; IV – высокая, 150-200 мг/кг почвы) в сочетании с применением листовой подкормки и без неё. Комплексное применение минеральных удобрений при повышенной и высокой обеспеченности подвижным фосфором обеспечивает увеличение урожайности зерна с 3,21 до 4,61 т/га, или на 44%. Оптимизация условий питания азотом способствует увеличению накопления белка на 1,1 процентных пункта.

Ключевые слова: яровой ячмень (*Hordeum sativum* L.), минеральные удобрения, урожайность, белок

Введение. Яровой ячмень (*Hordeum sativum* L.) относится к числу ключевых зерновых культур Российского агропромышленного комплекса, что обусловлено его высокой экологической пластичностью, скороспелостью и многофункциональностью использования продукции [1, 2]. В условиях Западной Сибири, отличающихся короткой продолжительностью вегетационного периода, резко континентальным типом климата и высокой вариабельностью метеорологических параметров, возделывание высокоурожайных и стрессоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур приобретает особую агрономическую значимость [3, 4]. Современные сорта ярового ячменя представляют практический интерес для

сельскохозяйственных товаропроизводителей данного региона вследствие комплекса хозяйственно ценных признаков, включающего засухоустойчивость, стабильность урожайности и высокие технологические качества зерна [5]. Вместе с тем успешная интеграция данных сортов в производственные системы требует всестороннего анализа их агроэкологической адаптивности, оптимизации агротехнологических приёмов возделывания и оценки реакции на почвенно-климатические условия, характерные для Западной Сибири [6].

Актуальность проводимых исследований определяется необходимостью повышения продуктивности ярового ячменя в условиях климатических изменений и усиления требований к устойчивости сельского хозяйства. Сорта ярового ячменя демонстрируют выраженную отзывчивость на улучшения условий минерального питания, что особенно значимо для Западной Сибири, где преобладающие почвы зачастую характеризуются ограниченным уровнем плодородия [6]. Обеспечение эффективного минерального питания является определяющим фактором реализации генетического потенциала ярового ячменя. Ячмень предъявляет повышенные требования к поступлению основных макроэлементов: азот выступает структурным компонентом белковых соединений и хлорофилла, участвуя в ключевых метаболических процессах; фосфор обеспечивает энергетический обмен посредством участия в реакциях фотосинтеза и синтезе аденозинтрифосфата (АТФ); калий регулирует осмотический потенциал клеток, способствуя поддержанию водного режима растений и оптимизации фотосинтетической активности.

Материалы и методы исследований. Работу проводили в 2023–2024 гг. в многолетнем стационарном опыте лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в южной лесостепи Западной Сибири (Омская область, Омский район).

Объект исследований – среднеспелый сорт ярового ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» Омский 100 (включен в Госреестр РФ в 2019 г.).

В схему полевого опыта были включены следующие факторы:

А – фоны с дифференцированной обеспеченностью фосфором (по методу Чирикова): I характеризовался средним уровнем обеспеченности, фоны II и III – повышенным, а фон IV – высоким уровнем;

В включал дозы фосфорных удобрений – P_0 и P_{60} ;

С предусматривал три уровня азотного питания: N_0 , N_{30} и N_{60} ;

Д – применение некорневой (листовой) подкормки в фазу кущения. Дозы удобрений: N_0 , N_{30} , N_{60} , P_{60} , $N_{30}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}$, накладывались на фоны обеспеченности P_2O_5 в сочетании с применением листовой подкормки и без неё. Площадь элементарной делянки – 360 м², повторность трехкратная. Внесение аммофоса и аммиачной селитры осуществлялось локальным способом с использованием сеялки СЗП-3,6 весной до проведения предпосевной культивации.

Агротехнология ячменя – рекомендованная для условий Омской области [9].

Условия выращивания и изучаемые факторы оказывали существенное влияние на продуктивность культуры. Некорневые подкормки увеличивали сбор зерна ячменя сорта Омский 100 с 3,58 до 3,90 т/га, или на 9% в среднем по фактору (см. таблицу).

На фонах с высоким содержанием подвижного фосфора (по Чирикову) отмечено увеличение урожайности зерна на 3–19% (до 3,70–4,28 т/га) при дополнительном применении некорневых подкормок и на 9–19% (до 3,67–3,99 т/га) в вариантах без некорневой подкормки относительно контрольного фона со средней степенью обеспеченности фосфором.

Не менее значимый эффект обеспечивало основное внесение минеральных удобрений в предпосевной период. Оптимизация фосфорного питания в дозе P_{60} в комбинации с фоллиарной обработкой способствовала повышению урожайности с 3,53 до 4,09 т/га, что соответствует

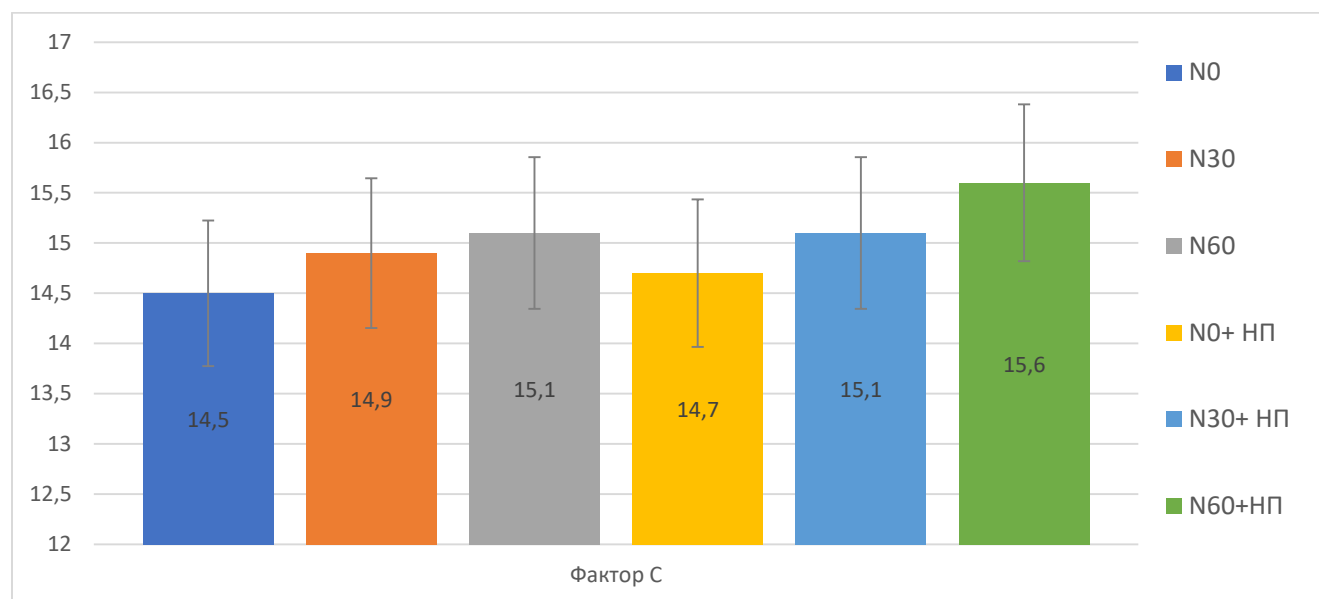
относительному приросту 16%. Применение азотных удобрений в дозах N30-60 обеспечивало увеличение продуктивности с 3,56 до 3,87–4,11 т/га, или на 9–15%.

Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от условий минерального питания (2023-2024 гг.), т/га

Минеральные удобрения, кг д.в./га		Фоны по обеспеченности Р ₂ О ₅ (фактор А)				Среднее по фактору			
фосфор (фактор В)	азот (фактор С)	I	II	III	IV	D	B	C	
НП (фактор D)									
Р ₆₀	N ₆₀	3,90	4,47	4,43	4,61	3,90	4,09	4,11	
	N ₃₀	3,76	3,61	4,23	4,51			3,87	
	N ₀	3,61	3,42	4,12	4,38		3,70		3,71
Р ₀	N ₆₀	3,62	3,61	3,92	4,30			3,70	3,71
	N ₃₀	3,57	3,54	3,70	4,06				
	N ₀	3,05	3,52	3,73	3,82				
Среднее, А		3,59	3,70	4,02	4,28				
Без НП (фактор D)									
Р ₆₀	N ₆₀	3,71	4,14	4,08	4,37	3,58	3,83	3,86	
	N ₃₀	3,48	3,64	3,74	3,93			3,62	
	N ₀	3,28	3,72	3,77	4,13		3,53		3,56
Р ₀	N ₆₀	3,23	3,59	3,74	4,05			3,53	3,56
	N ₃₀	3,22	3,46	3,61	3,90				
	N ₀	3,21	3,47	3,34	3,57				
Среднее, А		3,36	3,67	3,71	3,99				
НСР ₀₅ : А – 0,19; В – 0,20; С – 0,24; D – 0,28; для частных средних – 0,97.									

Комплексное применение агротехнологических приёмов, включающее основное внесение азотных N₃₀₋₆₀ и фосфорных P₆₀ удобрений, применение некорневых подкормок при высокой обеспеченности P₂O₅ обеспечило увеличение урожайности зерна ярового ячменя до 4,61 т/га. Данный показатель выше контроля (3,21 т/га) на 1,40 т/га, что соответствует приросту на 44%.

Положительный эффект на изучаемый показатель оказывало внесение азотных минеральных удобрений. Комплексное их применение способствовало накоплению белка до 15,6 %, что на 1,1 процентных пункта выше контроля (см. рисунок).



Содержание белка в зерне ярового ячменя в зависимости от условий минерального питания (2023-2024 гг.), %

Стоит отметить, что в среднем за период исследований не выявлено устойчивого влияния применяемых минеральных удобрений на другие изучаемые показатели качества зерна ячменя.

Выводы. Результаты исследований подтверждают целесообразность рационального применения минеральных удобрений с учётом агрохимических параметров почвы и генотипических особенностей современных сортов ячменя, что позволяет достичь достоверного повышения как продуктивности культуры, так и технологических качеств зерна. Комплексная оптимизация минерального питания на почвах с повышенным и высоким содержанием фосфора обеспечила достоверное увеличение урожайности зерна с 3,21 до 4,61 т/га, что на 44% выше контроля. Вместе с этим отмечено повышение содержания сырого протеина в зерне на 1,1 процентных пункта, что говорит об улучшении его кормовых и технологических свойств.

Список литературы

1. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Хасеинов Т.М. Ячмень яровой в орошаемых агроценозах лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 35–37.
2. Шулико Н.Н., Тимохин А.Ю., Хамова О.Ф. и др. Биологические и агрохимические свойства лугово-чернозёмной почвы Омского Прииртышья в связи с продуктивностью кормовых культур при применении минеральных удобрений // Сельскохозяйственная биология. – 2024. – Т. 59. – № 1. – С. 156–173. DOI: 10.15389/agrobiology.2024.1.156rus.
3. Тимохин А.Ю., Бойко В.С., Шаповал М.С. Влияние условий минерального питания на водный режим почвы и продуктивность сои в южной лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39. – № 4. – С. 24–30. DOI: 10.53859/02352451_2025_39_4_24.
4. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Володин А.Б., Нижельский Т.Н. Потенциал продуктивности сорго сахарного в южной лесостепи Западной Сибири // Кормопроизводство. – 2022. – № 4. – С. 29–33.
5. Волкова В.А., Воронкова Н.А., Дороненко В.Д., Балабанова Н.Ф. Влияние длительного применения минеральных удобрений и соломы на содержание тяжёлых металлов в почве и зерне ячменя // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 2 (22). – С. 152–160.

6. Юсова О.А., Николаев П.Н. Селекция ярового ячменя на высокое качество зерна // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 1 (33). – С. 148-157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562.
7. Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Кривошеева С.В. Защита посевов ярового ячменя от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2018. – № 3 (52). – С. 15–21.
8. Юшкевич Л.В., Ющенко Д.Н. Влияние обработки почвы и средств химизации на засорённость посевов и урожайность ячменя в омской области // Энергосберегающие технологии в растениеводстве: сб. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, проф. Галеева Р.Р., Новосибирск, 14 апр. 2023 г. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2023. – С. 83-85.
9. Пат. 2834668 Российская Федерация, МПК A01G 22/20, A01B 79/02. Способ возделывания ярового ячменя / Тимохин А.Ю., Ледовский Е.Н., Юшкевич Л.В. и др.; патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». – Заявл. 14.05.24; опубл. 12.02.25.

<https://doi.org/10.26898/2026-103>
УДК 632.937.32

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ *NABIS FERUS* НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ТЛИ НА ЗЛАКОВЫХ ТРАВАХ

Шаталова Е.И.^{1,2}, канд. биол. наук, с.н.с.,
Воронкова А.В.^{1,2}, бакалавр, лаборант

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: elenashatalova@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке технологии лабораторного разведения хищного клопа *Nabis fergus* и оценке его эффективности как биологического агента для подавления численности вредителя – черемухово-злаковой тли (*Rhopalosiphum padi*). В ходе работы был подобран оптимальный растительный субстрат для разведения клопа, в качестве которого лучше всего подошли овсяница луговая и тимopheевка луговая. На этих злаках также была выявлена высокая скорость размножения тли-жертвы, что необходимо для содержания популяции хищника. Экспериментально установлено, что *N. fergus* обладает высокой прожорливостью и эффективно контролирует численность тли на обоих видах растений. Наиболее значительное снижение плотности популяции вредителя (в 342 раза по сравнению с контролем) было зафиксировано на тимopheевке. Результаты подтверждают перспективность использования *N. fergus* в биологической защите злаковых культур.

Ключевые слова: *Nabis fergus*, биологическая защита растений, разведение насекомых, энтомофаг

Современное сельское хозяйство, стремясь минимизировать экологический ущерб, наносимый химическими средствами защиты растений, все активнее обращается к методам

биологической защиты растений. Среди перспективных агентов биоконтроля особое место занимают энтомофаги – хищные и паразитические организмы, способные эффективно сдерживать численность вредных видов. Представители семейства клопов-охотников (Hemiptera: Nabidae) являются типичными полифагами, атакующими широкий спектр вредных членистоногих, включая различных тлей, цикадок, трипсов, мелких гусениц и других насекомых в различных стадиях развития. Достаточно высокая распространенность и экологическая пластичность энтомофагов этого семейства в агро- и биоценозах позволяет сделать предположение об их значительной роли в регуляции численности вредителей.

Результаты экспериментов, проведенных нами ранее [1], показали перспективность разработки технологии разведения представителей рода *Nabis* в условиях лаборатории, которые продолжаются в настоящее время. Например, широко распространенный в агроценозах Палеарктики вид *Nabis fergus* L. способен существенно регулировать численность фитофагов, в частности разнообразные виды тли. Однако для практического применения в программах интегрированной защиты растений необходимо массовое получение энтомофага, что обуславливает актуальность разработки эффективных технологий его лабораторного разведения. Ключевыми аспектами такой технологии являются определение оптимальных условий содержания, включая выбор подходящего растительного субстрата, обеспечивающего микроклимат и места для откладки яиц, и подбор доступного, быстро размножающегося вида-жертвы для кормления хищника. Ранее нами были получены предварительные данные, подтвердившие принципиальную возможность и перспективность культивирования *N. fergus* в искусственных условиях. В продолжение этих исследований цель настоящей работы заключалась в сравнительной оценке пригодности различных видов злаковых трав в качестве субстрата для содержания клопа, выборе эффективного кормового объекта среди тлей и экспериментальной оценке хищнической эффективности *N. fergus* в отношении выбранного вида-жертвы на разных растениях. Проведенные эксперименты направлены на решение как фундаментальной задачи – изучение трофических взаимодействий в системе «растение – фитофаг – энтомофаг», так и прикладной – формирование научной основы для создания биотехнологии массового разведения перспективного хищника для последующего применения в защите сельскохозяйственных культур.

Для содержания *N. fergus* осуществляли подбор оптимального субстрата из ряда злаковых трав – фестулолиум (*Festulolium*), тимopheевка (*Phleum*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*) и вида кормового насекомого (обыкновенная злаковая тля, черемухо-злаковая тля). Из всех видов злаков наиболее пригодными для выращивания в лабораторных условиях оказались овсяница и тимopheевка, обладающие быстрым ростом и дающие большую фитомассу. При размножении на овсянице и тимopheевке хорошим биотическим потенциалом обладала черемухово-злаковая тля (*Rhopalosiphum padi*), увеличение численности которой на 9 сутки после подсадки исходного количества особей составляло в 10 и 13,7 раза соответственно без существенных различий между вариантами. В опыте по оценке влияния хищного клопа *N. fergus* на динамику численности черемухо-злаковой тли была зафиксирована существенная разница в численности популяции вредителя на разных видах растений-субстратов. На 7-е сутки после заселения кормовых растений тлей (до подсадки хищного клопа) ее численность на овсянице варьировала в среднем от $22,3 \pm 3,3$ особи/контейнер в контрольном варианте до $34,8 \pm 1,9$ в опытном. На тимopheевке данный показатель был несколько выше и составлял $38 \pm 5,1$ в контрольном варианте и $43,0 \pm 4,7$ особей/контейнер в опыте. Через 48 часов после подсадки энтомофага (на 9-е сутки эксперимента) в опытных вариантах наблюдалось резкое снижение численности тли по сравнению с контрольной группой, где хищник отсутствовал. Хищный клоп проявил высокую

эффективность на обоих видах растений. Однако степень подавления популяции фитофага была различной: на овсянице количество тли в опытном варианте снизилось в 62,5 раза по сравнению с контролем ($p = 0,005$), а на тимофеевке сокращение численности было еще более значительным и составило 342 раза ($p = 0,02$). Крайне низкая конечная численность тли в опытных вариантах (менее 1 особи/ контейнер) указывает на высокую прожорливость хищника, а в целом, результаты эксперимента демонстрируют, что хищный клоп *N. fesus* является высокоэффективным биологическим агентом для контроля черемухо-злаковой тли на разных видах злаковых трав. Кроме того, установлены виды растений и вид жертвы, необходимые для разведения хищного клопа в лабораторных условиях.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили высокий потенциал хищного клопа *N. fesus* как эффективного агента биологического контроля черемухово-злаковой тли (*R. padi*). Установлено, что для успешного лабораторного разведения энтомофага в качестве оптимального растительного субстрата целесообразно использовать овсяницу луговую или тимофеевку луговую, обеспечивающие также высокую скорость размножения тли-жертвы. Экспериментально доказана исключительная хищническая активность *N. fesus*, приводящая к существенному снижению численности популяции фитофага за 48 часов, что особенно выражено на тимофеевке. Полученные результаты составляют основу для разработки технологии массового разведения *N. fesus* с целью его дальнейшего применения в системах защиты сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Shatalova E.I. Feeding behavior of predatory bug *Nabis fesus* (Heteroptera: Nabidae) toward aphids // Plant Protection News. – Vol. 107 (2). – P. 99-102. DOI: 10.31993/2308-6459-2024-107-2-16593.

<https://doi.org/10.26898/2026-104>
УДК 631.82

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ НА РЫНКЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Шашко Ю.К., д-р с.-х. наук, проф.

Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь
e-mail: brissagro@gmail.com

Аннотация. В статье представлен анализ количества и видов (торговых марок) применяемых в Республике Беларусь удобрений. На рынке Беларуси 90% торговых марок удобрений содержат два и более компонентов. Сделан вывод, что сортимент удобрений, зарегистрированных в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» увеличился в 10 раз за последние 20 лет. Это привело к резкому увеличению конкуренции между производителями, а также к значительному усложнению для агронома-агрохимика в выборе оптимальной системы удобрений.

Ключевые слова: виды удобрений, динамика применения, торговые марки, производители, «Государственный реестр...»

Настоящее плодородие дерново-подзолистых почв Беларуси создано искусственно человеком. Базовая урожайность, которая возможна за счет плодородия почв, составляет для зерновых 19,2 ц/га. В 2025 году средняя урожайность зерновых и зернобобовых составила около 40 ц/га. Большая разница между базовой урожайностью и фактической обусловлена различными факторами, в первую очередь объемами внесения минеральных и органических удобрений, благоприятными погодными условиями, системой защиты растений, новыми высокоурожайными сортами и др.

Количество внесенных удобрений в расчете на 1 гектар пахотных земель в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь в 2020-2024 гг. колебалось в пределах 182-205 кг д.в./га (табл. 1). Однако данное количество удобрений недостаточно для бездефицитного баланса питательных веществ. Научно обоснованное, рекомендованное производству является внесение 285 кг д.в./га. В физическом весе в РБ в 2020-2024 гг. вносилось 430,8-493,8 тыс. т азотных удобрений, 100,1-118,4 тыс. т. фосфорных и 432,6-571,4 тыс. т. калийных (табл. 2). Также ежегодно вносилось около 50 млн. т. органических удобрений. Встает вопрос: какие именно виды, производители и торговые марки удобрений преобладают в Республике Беларусь?

Таблица 1

Количество внесенных удобрений в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь, кг д.в./га пахотных земель [1]

Вид удобрений	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Рекомендованное
Азотные	86	82	89	94	89	113
Фосфорные	20	19	20	22	22	54
Калийные	85	81	100	97	94	118
Всего	191	182	209	213	205	285

Официальные данные по объемам применения фиксируются в Интерактивной информационно-аналитической системе распространения официальной статистической информации Национального статистического комитета Республики Беларусь [1, 2]. К сожалению, статистические данные по применению других видов удобрений отсутствуют. Поэтому мы решили проанализировать количество торговых марок тех или иных видов удобрений.

Таблица 2

Количество внесенных в почву удобрений в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь, тыс. т. [2]

Вид удобрений	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Азотные	463,9	430,8	467,5	493,8	467,4
Фосфорные	102,9	102,4	100,1	113,8	118,4
Калийные	432,6	463,2	571,4	477,1	530,9

Для того чтобы удобрение вышло на рынок страны и было допущено к использованию, оно должно пройти регистрационные испытания эффективности и должно быть включено в актуальный «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь». Удобрения были впервые включены в «Государственный реестр...» в 2005 году. Реестры выходят раз в три года, последний был опубликован в 2023 году [3].

С 2005 по 2023 г. количество торговых названий удобрений увеличилось в 10 раз – со 108 до 1093 (табл. 3). Количество моноформ удобрений увеличилось в меньшей степени: азота – около 3 раз (с 9 до 64), фосфора – 2 раза (с 4 до 9), калия – 4 раза (с 6 до 23). На рынке Беларуси

90% удобрений содержат более одного компонента. Особенно сильно увеличился ассортимент органоминеральных, комплексных, микроудобрений, микробиологических и удобрений на основе гуминовых кислот.

Если рассматривать белорусских производителей моноформ минеральных удобрений, то в стране работают 6 производителей азотных удобрений, которые зарегистрировали 33 торговых марки (табл. 4). Однако в сельскохозяйственном производстве в основном используется карбамид, КАС и сульфат аммония. Подобная картина наблюдается по фосфорным удобрениям – 2 производителя и реальное производство только суперфосфата аммонизированного (табл. 5), а также по калийным – 4 производителя и максимальное производство хлористого калия (табл. 6).

По нашему мнению, большинство азотных удобрений будут оставаться моноформами, так как они необходимы для проведения дробных подкормок в наиболее уязвимые фазы развития сельскохозяйственных растений. Перспективны удобрения с замедленным действием и добавлением компонентов, улучшающих качественные показатели, например антислеживатели, ингибиторы денитрификации и др. Для минимизации затрат на внесение и ограничения ухудшения агрофизических свойств почвы фосфорные и калийные удобрения желательно вносить в составе комплексных удобрений. Институт почвоведения является разработчиком 84 торговых марок твердых и жидких комплексных удобрений.

Статистики по микроудобрениям нет, но практика показывает, что наиболее востребованы микроудобрения, содержащие бор, медь, цинк и марганец. Специалисты института считают перспективными кремниевые (кремний может выступать высокоэффективным адаптогеном для сельскохозяйственных культур) и кобальтовые микроудобрения (кобальт в составе витамина В₁₂ повышает качество продукции, контролируя нормальную работу нервной системы человека и домашнего скота).

Таблица 3

Сортимент удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь в 2005-2023 гг.

Год		Количество торговых названий удобрений, шт.											% бело- рус-ских
		N	P	K	Комп- лекс- ные	Микро- удоб- рения	Мели- оранты	Орга- ничес- кие	Органом- инераль- ные	Микро- биологи- ческие	Удобре- ния ГК*	Всего	
2005	Всего	19	4	6	54	16	4		1	3	1	108	
	Бел.	11	1	5	19	12	2		0	2	1	53	49,1
2008	Всего	21	5	5	87	29	5		3	6	5	166	
	Бел.	12	2	4	19	11	1		1	5	2	57	34,3
2011	Всего	27	7	6	137	50	6	1	17	10	11	272	
	Бел.	13	3	5	40	20	2		2	8	6	99	36,4
2014	Всего	37	3	5	109	52	4	1	27	19	11	268	
	Бел.	13	2	4	35	20	3		4	8	4	93	34,7
2017	Всего	43	6	9	125	75	5	2	40	17	26	348	
	Бел.	14	4	5	40	23	3	1	9	11	11	121	34,8
2020	Всего	55	7	20	337	105	5	3	126	21	35	714	
	Бел.	20	3	8	100	40	3	2	22	11	11	220	30,8
2023	Всего	64	9	23	561	154	3	9	192	31	47	1093	
	Бел.	32	3	8	172	57	2	9	47	20	21	371	33,9

*Удобрения на основе гуминовых кислот.

Таблица 4

Производители азотных удобрений в Республике Беларусь

Производитель	Торговая марка удобрения
ОАО «Гродно Азот»	Аммиак водный технический, ж; Аммиак жидкий технический, ж; Карбамид прилированный, г; Карбамид 42 N , г; Карбамид гранулированный, г; КАС , ж; Сульфат аммония , кристаллы; Сульфат аммония 20 N , кристаллы; Сульфат аммония с регулятором роста, кристаллы; Удобрения азотные жидкие карбамид-сульфатные КСА, вр
ОАО «Гомельхимторг»	КАС , ж; КАС с серой, ж; КАС с серой и микроэлементами, ж
ЗАО «БНБК»	Сульфат аммония , г
ОАО «Нафтан», завод «Полимир»	Сульфат аммония , кр. п.
ОАО «Белагроферт»	Сульфат аммония гранулированный, г; Сульфат аммония гранулированный Био, марка "Р Фортэ", г; Сульфат аммония гранулированный Био, марка "Р", г; Сульфат аммония гранулированный с бором, г; Сульфат аммония гранулированный с бором и гуматами, г; Сульфат аммония гранулированный с гуматами и микроэлементами, г; Сульфат аммония гранулированный с дрожжевыми добавками, марка Пауер", г
УП «АзотХимФортис»	Удобрение азотное медленнодействующее с добавками микроэлементов и БАВ; Удобрение азотное "Уреа-лонг", г; Удобрение азотное "Уреа-лонг" - Mn, г; Удобрение азотное "Уреа-лонг" - Zn, г; Карбамид жидкий, вр; Карбамид с микроэлементами - Mn, г; Карбамид с микроэлементами - Zn, г; Карбамид с микроэлементами - Mn, вр; Карбамид с микроэлементами - Zn, вр; Карбамид с микроэлементами - хелаты Fe, Zn, Cu, Mn, вр

Таблица 5

Производители фосфорных удобрений в Республике Беларусь

Производитель	Торговая марка удобрения
ОАО «Гомельхимторг»	Калия монофосфат, марка А, п; Калия монофосфат, марка Б, ж
ОАО «Гомельский химический завод»	Суперфосфат аммонизированный , г

Таблица 6

Производители калийных удобрений в Республике Беларусь

Производитель	Торговая марка удобрения
ГНУ «ИОНХ НАН Беларуси», ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством»	Калий сернокислый , микрокр. п. и гранулы
ГНУ «ИОНХ НАН Беларуси»	Калий сернокислый гуминовый, микрокр. п. и гранулы; Калий сернокислый гуминовый с микроэлементами, микрокр. п. и г
ОАО «Гомельхимторг»	Калия сульфат , п
ОАО «Беларуськалий»	Калий хлористый , ссп; Калий хлористый гранулированный, г; Калий хлористый мелкий, ссп; Удобрения калийные минерализованные, г

Начиная с 2011 года в Беларуси было зарегистрировано 9 торговых марок органических удобрений. В данном случае существует вопрос: как производители гарантируют постоянство состава? Некоторые производители заявляют содержание макроэлементов с точностью до десятой процента, как они могут поддерживать такую точность, исходя из технологии производства органических удобрений?

Органоминеральные удобрения – удобрения, содержащие элементы питания растений в форме органических и минеральных соединений. Это наиболее динамично развивающаяся группа удобрений. Если в 2025 году было только одна марка органоминеральных удобрений, то в 2023 году их было уже 192. Также эта группа отличается разнообразием компонентов, из которых может состоять: макроэлементы и микроэлементы, органическое вещество, гуминовые и фульвокислоты, аминокислоты (свободные аминокислоты, L аминокислоты), экстракты водорослей, полисахариды, пептиды, витамины, ауксины, тритерпеновые кислоты, бетаины, альгиновая кислота, лигносульфат натрия, маннитол.

Под микробиологическими удобрениями понимаются вещество или смесь веществ, изготовленные на основе живых микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности. Наиболее важными являются следующие функции данной группы удобрений является: азотфиксация, фосфат- и калиймобилизация, стимуляция роста и развития растений и защитная (за счет антагонизма к почвенной патогенной микрофлоре). Всего в 2023 году было зарегистрирована 31 торговая марка микробиологических удобрений, но подавляющее большинство из них содержит микроорганизмы из трех родов бактерий (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*) и одного рода грибов (*Trichoderma*).

Из всего ассортимента удобрений в 2005 году половина была белорусского производства, в последующие годы белорусские производители регистрировали не более одной трети новых торговых названий удобрений. Тем не менее, практика показывает, что Республика Беларусь может полностью обеспечить сельское хозяйство необходимым ассортиментом удобрений.

Выводы

1. На рынке Беларуси 90% торговых марок удобрений содержат два и более компонентов.
2. Новых макро- и микроэлементов нет и не будет. Новые марки удобрений создаются за счет перекомбинации существующих элементов и изменения их концентрации.
3. Ассортимент удобрений, зарегистрированных в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» увеличился в 10 раз за последние 18 лет. Это привело к резкому увеличению конкуренции между производителями, а также к значительному усложнению для агронома-агрохимика в выборе оптимальной системы удобрений.

Список литературы

1. Электронный портал Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – URL: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10205100008>
2. Электронный портал Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – URL: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10205100015>
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // Белорусское сельское хозяйство. – Минск, 2023. – 803 с.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ГРИБОВ *MONILINIA* SPP.

Эрст Т.В.^{1,2},
Сколотнева Е.С.¹, канд. биол. наук,
Шаталова Е.И.², канд. биол. наук²,
Шедько Е.Д.³,
Тамкович Н.В., канд. хим. наук³

¹Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»,
Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

³ООО «Биолабмикс», Новосибирск, Россия
e-mail: erst@bionet.nsc.ru

Аннотация. Диагностика монилиоза, заболевания, проявляющегося у инфицированных плодовых деревьев и кустарников, вызванного грибами рода *Monilinia* spp., является необходимостью во время вегетации для своевременного принятия мер по защите растений. Последствиями такого заражения могут быть значительные потери урожая, превышающие 50 %. Для безотлагательного управления ситуацией требуется быстрая оценка состояния инфицирования патогенными организмами. На сегодняшний день стандартом в сфере молекулярной диагностики является классическая ПЦР. Однако активно развивается амплификация нуклеиновых кислот, основанная на петлевой изотермической реакции LAMP (от англ. *loop-mediated isothermal amplification*), основными преимуществами которой являются высокая скорость получения результатов о присутствии/отсутствии инфицирования, а также возможность полевой диагностики на месте произрастания оцениваемых организмов без использования специализированного дорогостоящего лабораторного оборудования.

Ключевые слова: LAMP-технология, полевая диагностика, изотермическая амплификация, мониторинг, монилиоз

Монилиоз – заболевание, преимущественно, фруктовых деревьев и кустарников, вызываемое грибами рода *Monilinia* spp. Заражение и развитие заболевания способно происходить на любом этапе вегетации. Весной поражаются цветки с последующей мумификацией завязей. В период созревания плодов также возможно их заражение. Перечень организмов, уязвимых к спорам грибов данного рода достаточно широк, представляющие наибольшее экономическое значение таксоны семейства Rosaceae: яблоня, груша, слива, вишня, абрикос, персик.

В сельском хозяйстве применяется целый комплекс мер для сдерживания заболевания, а также постоянно разрабатываются и совершенствуются методы своевременной диагностики инфицирования. Очевидно, что при обнаружении возбудителя инфекции в кратчайшие сроки вероятность спасения или минимизации потерь урожая остается высокой по причине появляющейся возможности принятия соответствующих, своевременных и наиболее подходящих мер по защите растения.

Одним из таких методов является амплификация нуклеиновых кислот, основанная на петлевой изотермической реакции LAMP (от англ. *loop-mediated isothermal amplification*) или «ламплификации» [1]. В сравнении с классической ПЦР, не требует термоциклера, так как вся реакция проходит при постоянной температуре 60–65 °С. Результат детектируется визуально по помутнению или изменению цвета в течение 30–60 минут.

Для диагностики заболевания используются зараженные плоды (яблоки, сливы, абрикосы, персики), цветки, побеги с характерными симптомами (гниль, мумификация, серые «подушечки» конидий) с целью последующего выделения ДНК. Для полевых тестов можно использовать специальные картриджи для быстрого выделения. Основа метода заключается в разработке 2–3 специфичных пар праймеров, нацеленных на консервативные и уникальные участки генома *Monilinia*. Как правило, это участки ITS (от англ. *internal transcribed spacer*) внутренние транскрибируемые спейсеры – стандарт для идентификации грибов, гены β -тубулина, видоспецифичные последовательности для дифференциации *M. fructicola*, *M. laxa* и *M. fructigena*. Реакцию LAMP проводят добавлением в пробирку выделенной ДНК, смеси специфичных праймеров, ДНК-полимеразы с высокой вытесняющей активностью (например, Bst полимеразы), дезоксинуклеозидтрифосфатов, буфера и флюоресцентных или колориметрических индикаторов (таких как кальцеин или SYBR Green). Пробирку помещают в простой термостат, блок или водяную баню при ~65 °C на 30-60 минут. Оценка результатов реакции проводится визуализацией. При присутствии ДНК *Monilinia* происходит амплификация. Раствор мутнеет из-за выпадения пирофосфата магния или меняет цвет с оранжевого на зеленый при использовании SYBR Green. При отсутствии ДНК *Monilinia* раствор остается прозрачным и цвет не меняется. Результат можно также отслеживать в реальном времени с помощью флюориметра.

Метод LAMP для диагностики монилиоза в сравнении с классической ПЦР имеет ряд преимуществ. На проведение диагностики необходимо 30–60 минут, в то время как классическая ПЦР (с учетом электрофореза) занимает нескольких часов. Не требуется специализированное оборудование. Можно использовать портативные детекторы или даже термос с горячей водой. Идеально для полевой диагностики (в садах, хранилищах, пунктах фитосанитарного контроля). Вариант qLAMP для количественной оценки сейчас также активно развивается для различных объектов [1].

В настоящее время созданы и валидированы готовые наборы, в том числе в формате «все в одной пробирке», и протоколы для детекции *Monilinia* spp. методом LAMP. Некоторые из них позволяют дифференцировать виды прямо в ходе одной реакции. Так, создан набор праймеров для реакции петлевой изотермической амплификации (LAMP) на основе фрагмента гена *hsp60*, кодирующего белок теплового шока 60 грибов рода *Monilinia*, патогенных для яблок [2]. Применение вышеуказанного набора праймеров для реакции (LAMP) диагностирует присутствие заболевания монилиоза, а также определяет, каким именно из следующих видов *M. fructigena*, *M. fructicola* и *M. polystroma* оно вызвано.

В целом можно заключить, что LAMP-метод – это передовая технология для быстрой диагностики монилиоза. Она предлагает проведение идентификации патогена не только в лаборатории, но и за ее пределами, в мобильном формате, позволяя получать надежный результат быстро, дешево и непосредственно в месте возникновения проблемы. Это мощный инструмент для защиты урожая косточковых и семечковых культур. В этой связи очевидна необходимость разработки системы LAMP праймеров для диагностики новых штаммов или видов.

Работа выполнена в рамках бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН (FWNR-2025-0020) и СФНЦА РАН (075-00563-25-02).

Список литературы

1. Гарафутдинов Р.Р., Чемерис Д.А., Мавзютов А.Р., Ахметзянова Л.У., Авлеткулов Т.М., Губайдуллин И.М., Чемерис А.В. Петлевая LAMP амплификация нуклеиновых кислот. I. Два десятилетия развития и совершенствования // *Biomics*. - 2021. - Т. 13. - № 2. - С. 176–226. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2021-14.
2. Poniatowska A., Michalecka M., Puławska J. LAMP-based detection of *Monilinia fructigena*, *Monilinia polystroma* and *Monilinia fructicola* in latently infected apple fruit // *Plant Pathology*. - 2024. - Vol. 73. - No. 2. - P. 355-365. DOI: 10.1111/ppa.13820.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО К ФИТОПАТОГЕНАМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Якунина Н.А., канд. с.-х. наук,

Мешкова Л.В., канд. биол. наук, с.н.с.

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: yakunina@anc55.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки 168 сортов и линий костреца безостого селекции Омского АНЦ по устойчивости к листовым заболеваниям в полевых условиях 2025 г. растений разных возрастов при естественном проявлении инфекции. Показано, что в анализируемом материале отсутствуют устойчивые к стеблевой ржавчине формы, независимо от даты учёта и года посева семян. Из гибридного материала выявлены две формы со слабой восприимчивостью к стеблевой ржавчине ГП-18/19к3 и СГП-20/22-2. Фитоэкспертиза семян костреца безостого установила преобладание в составе комплекса семенных патогенов грибов рода *Alternaria* sp. (30–68%), в меньшей степени представлены грибы рода *Fusarium* sp. (2–39%). Также на семенах был идентифицирован грибок *Helminthosporium bromi* Died. Полученные результаты свидетельствуют о высокой заражённости семян гембиотрофными заболеваниями, что вызовет снижение кормовых качеств получаемой продукции и всхожести семян. В целом можно отметить, что независимо от вида возбудителя заболевания и растения, и семена посева 2023 г. были сильнее поражены фитопатогенами, чем посевы 2024 г.

Ключевые слова: кострец безостый, стеблевая ржавчина, фитопатогены

Введение. Кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss) – один из самых распространённых кормовых многолетних злаков, произрастающих в Сибири в самых различных почвенно-климатических условиях. Он является сенокосным и пастбищным растением, хорошо отрастающим после скашивания и скармливания. По питательной ценности он превосходит все другие злаковые травы [1].

В полевых севооборотах кострец выращивают 2–3 года, а в кормовых до 5–7 лет, что способствует появлению эпифитотий грибных заболеваний в благоприятные по гидротермическим условиям годы.

На посевах костреца безостого в Омской области чаще всего встречаются узкоспециализированные формы листовых заболеваний: бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia alternans* Arthur) и мучнистая роса (*Blumeria graminis* f. *bromi*), приуроченные только к растению-хозяину. Также на костреце безостом паразитирует и стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Pers.), которая поражает и ряд злаковых трав: райграс, житняк, овсяница и др. Она проявляется на листьях, стеблях, влагалищах листьев в виде пустул ржаво-бурого, к концу вегетации – темно-бурого, почти черного цвета.

Одним из приёмов повышения продуктивности зелёной массы, её качества и получение высококачественных семян является выращивание сортов, устойчивых к листовым заболеваниям, которые будут способствовать снижению проявлению эпифитотий и зависимости урожайности от условий внешней среды.

Заражённость семян фитопатогенами является одной из основных причин ухудшения их посевных качеств, а также гибели растений на ранней стадии развития.

Сорта костреца безостого Сибниисхоз 189 и Титан, включённые в ГР РФ и допущенные для выращивания в Омской области, проявляют восприимчивость к

перечисленным заболеваниям и могут являться источником инфекции для поражения селекционного материала.

Исходя из этого, цель исследования – выявление генотипов, с комплексной устойчивостью к природным популяциям листостеблевых заболеваний в полевых условиях и определение патогенного состава микроорганизмов паразитирующих как на растениях, так и на семенах.

Условия, объекты и методы исследований. На проявления фитопатогенов большое влияние оказывают гидротермические условия и стадии развития растения-хозяина. Погодные условия 2025г. отличались контрастностью и не способствовали эпифитотийному проявлению листостеблевых заболеваний на костреце безостом в течение вегетации растений. Так, июнь характеризовался повышенными температурами и засушливостью (ГТК = 0,48), а июль и август – избыточным увлажнением на фоне низких температур (ГТК июля 2,24, августа 1,43), что удлинит период вегетации растений и способствовало значительному инфицированию полученных семян гембиотрофными патогенами.

Материалом для исследования служили сорта, созданные в Омском АНЦ (СибНИИСХ): Сибниисхоз 189, Сибниисхоз 88, Титан, Сибниисхоз 89, Эльбрус и Эффект, а также сортообразцы питомников КСИ и СП. Всего было протестировано 168 образцов по устойчивости к грибным заболеваниям на посевах лаборатории селекции многолетних трав Омского АНЦ перед скашиванием растений на семена первого укоса 2 июля, второго укоса 20 августа.

Интенсивность или степень поражения растений определяли по площади поверхности растения, охваченной заболеванием в 2-кратной повторности, характеризовали по их максимальному значению. Результаты выражали либо в баллах, либо в процентах в зависимости от возбудителя заболевания по специальным условным шкалам. По поражению стеблевой ржавчиной использовали 5-балльную шкалу со следующими градациями:

- 0 - отсутствие поражения;
- 1 - поражено до 10% поверхности (листа, растения), высокая устойчивость;
- 2 - поражено от 11 до 25% поверхности (листа, растения), слабая восприимчивость;
- 3 - поражено от 26 до 50% поверхности (листа, растения), высокая восприимчивость;
- 4 - пятна, пустулы или налет на листьях всех ярусов растений занимают свыше 50% листовой поверхности, очень высокая восприимчивость [2].

Фитопатологическую экспертизу семян костреца безостого проводили биологическим методом, согласно ГОСТ 59644–2021, этот метод применяют для определения патогенных грибов: родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Alternaria* и др. Идентификацию грибов осуществляли с использованием соответствующих определителей [3-6].

Результаты исследований. Определение резистентности 168 генотипов костреца безостого питомника КСИ и селекционных форм к листостеблевым заболеваниям проводили перед обоими укосами растений различных возрастов путем фитопатологического осмотра посевов в условиях естественного проявления болезни, максимум которого совпадает чаще всего с началом и периодом массового цветения растений.

На посевах костреца безостого обоих укосов разных по возрасту растений (2023-2025 гг.) и (2024-2025 гг.) в период массового цветения растений не зафиксировали поражение растений мучнистой росой, отмечены единичные пустулы бурой ржавчины. Стеблевой ржавчиной были сильнее поражены посевы во второй половине вегетации растений, в средней и сильной степени, более сильно - возрастные (2023-2025 гг.), поражение 3-4 балла. Полученные результаты отражены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка устойчивости сортов костреца безостого к стеблевой ржавчине (2025 г.), балл/%

№ п/п	Сорт, сортообразец	2023- 2025 гг.		2024-2025 гг.		Мак, балл/%
		I укос	II укос	I укос	II укос	
1	Сибниисхоз 189 ст ГСИ	0-1	3-4	0	0	3-4 / 60
2	Сибниисхоз 88	0-1	3-4	0	0	3-4 / 60
3	Титан	0-1	3	0	2-3	3 / 40
4	Сибниисхоз 99	1	3	0	0	3 / 40
5	Эльбрус	0-1	3-4	0	0	3-4 / 60
6	Эффект	0-1	3	0	0	3 / 40
7	Авангард	1	3	0	2	3 / 40
8	СП-2-11/13-33	0-1	3-4	0	2-3	3-4 / 60
9	СП-2-11/13-35	0-1	3-4	0	2-3	3-4 / 60
10	СГП-20/22-1	0-1	3-4	0	2-3	3-4 / 60
11	СП-2-11/13-48	0-1	3-4	0	2-3	3-4 / 60
12	СГП-20/22-2	1	2	0	2-3	2-3 / 30
13	ГП-18/19к 3	1	2-3	0	2	2-3 / 30

Как видно из таблицы, практически все сорта питомника КСИ и селекционные образцы характеризовались высокой восприимчивостью (3-4 балла) к стеблевой ржавчине, особенно при оценке растений перед вторым укосом.

Инфицированность семян костреца безостого питомника КСИ определяли из урожая, полученного в 2025 г., сроков посева 2023 и 2024 гг. Полученный материал был заражён комплексом фитопатогенов в состав которого входили как патогенные, так и плесневые грибы. Результаты фитоэкспертизы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Фитоэкспертиза семян костреца безостого (урожай 2025 г.), %

№ п/п	Сорт, сортообразец	Эпифитотия семян кукурузы (урожай 2023 г.), %					
		<i>Fusarium</i>		<i>Alternaria</i>		<i>Helminthosporium</i>	
		Цикл развития					
		2023-2025	2024-2025	2023-2025	2024-2025	2023-2025	2024-2025
1	Сибниисхоз 189	32	0	66	0	2	0
2	Сибниисхоз 88	11	0	59	0	6	0
3	Титан	17	18	37	39	1	1
4	Сибниисхоз 99	33	0	61	0	6	0
5	Эльбрус	28	0	68	0	4	0
6	Эффект	18	0	57	0	1	0
7	Авангард	21	21	56	56	5	4
8	СП-2-11/13-33	24	13	59	53	2	4
9	СП-2-11/13-35	39	17	40	54	1	2
10	СГП-20/22-1	21	17	30	26	2	0
11	СП-2-11/13-48	14	1	36	34	3	5
12	СГП-20/22-2	11	20	38	29	1	5
13	ГП-18/19к 3	2	13	30	22	5	3
Среднее по сортам		21	9	49	24	3	2

По результатам фитоэкспертизы семян было установлено, что в основном они были инфицированы возбудителями из рода *Alternaria* sp., степень поражения образцов в цикле развития (2023-2025 гг.) колебалась от 30% (ГП-18/19к 3, СГП-20/22-1) до 68% (Эльбрус), а в цикле развития (2024-2025 гг.) - от 22% (ГП-18/19к 3) до 56% (Авангард).

На семенах выявлены и патогенные грибы рода *Fusarium* sp., ими были поражены все исследуемые образцы в той или иной степени. Поражение 39% установлено у образца цикла развития растений (2023-2025 гг.) - СП-2-11/13-35, а в цикле развития растений (2024-2025 гг.) наивысший процент заражённых семян был у сорта СГП-20/22-2 и составил 20%.

Также на семенах был идентифицирован патогенный гриб *Helminthosporium bromi* Died. (процент встречаемости от 1 до 6). Плесневые грибы и бактериозы отмечены в незначительном количестве.

Выводы. Оценка устойчивости сортов и селекционного материала костреца безостого лаборатории селекции многолетних трав Омского АНЦ в 2025 г., показала, что в питомнике КСИ отсутствуют устойчивые к стеблевой ржавчине генотипы, которые при благоприятных гидротермических условиях могут поражаться в сильной степени, что приведёт к снижению урожая зелёной массы и семенной продуктивности.

Из селекционного материала выявлены две формы со слабой восприимчивостью к стеблевой ржавчине ГП-18/19к3 и СГП-20/22-2.

Проведённая фитоэкспертиза показала, что на семенах костреца безостого доминируют патогенные грибы родов *Alternaria* sp. (22-68%) и *Fusarium* sp. (1-39%), в убывающем порядке идут гелиминтоспориоз (1-6%), бактериальная инфекция (2-5%) и сапрофитные грибы (1-3%).

Общая заражённость семян составила в среднем в цикле развития растений (2023-2025 гг.) - 72,8%, а цикле развития растений (2024-2025 гг.) - 58,4%.

В целом можно отметить, что независимо от вида возбудителя заболевания и растения, и семена более возрастных посевов были сильнее поражены фитопатогенами.

Список литературы

1. Кашеваров Н.И., Осипова Г.М., Тюрюков А.Г., Филиппова Н.И. Исследование особенностей биологических признаков костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leyss) для возделывания в экстремальных условиях // Доклады РАСХН. – 2014. – № 6. – С. 14–17.
2. Дементьева М.И. Фитопатология. - М., 1985. - С. 160-161.
3. Билай В.И. Фузариоз. – Киев, 1977. – 444 с.
4. Simmons E.G. *Alternaria*. An identification manual. CBS biodiversity series 6. Utrecht: CBS fungal biodiversity centre, 2007. - 775 p.
5. Ганнибал Ф.Б. Виды рода *Alternaria*, обнаруженные в России и на некоторых соседних территориях // Микология и фитопатология. – 2015. – № 49 (6). – С. 374–385.
6. Благовещенская Е.Ю. Фитопатогенные микромицеты: учеб. определитель. М., 2015. - 240 с.

REVISITING THE IMPACT OF PESTICIDE PRESSURE ON GROUND BEETLES IN KRASNODAR KRAI (COLEOPTERA, CARABIDAE)

Khomitsky E.E.¹, Head of Entomology Research,
Maksimovich K.Yu.², PhD in biology, senior researcher,
Zamotajlov A.S.³, Grand PhD (D.Sc) in Biology, Professor,
Belyi A.I.³, PhD in agriculture, Associate Professor
¹OOO “GEOMIRAGRO”, Moscow, Russia

²Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies RAS, Novosibirsk, Russia

³I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Abstract. A hierarchy of factors contributing to the decline in ground beetle assemblages in agroecosystems is presented, with particular emphasis on a previously underestimated anthropogenic factor – the impact of chemical plant protection products on these insects. Methods capable of reliably tracing the effects of pesticides at the population level are discussed.

Keywords: ground beetles, pesticides, anthropogenic factors, population decline, organic farming, bioindicators

Ground beetles (Carabidae) represent one of the most ecologically significant groups within the terrestrial arthropod communities of agroecosystems. In temperate climates they inhabit a wide range of agroecosystems and serve as essential functional components thereof. A number of species are of considerable economic importance, primarily as entomophagous predators of key agricultural pests, whereas only a small proportion of carabids are obligate phytophages – in Kuban, the sole major pest species remains the corn ground beetle *Zabrus tenebrioides* (Goeze, 1777). Ground beetles attain their highest biodiversity and abundance in regions with complex agricultural landscapes containing natural or semi-natural habitats that function as source areas supplying predatory carabids to cultivated fields or providing overwintering sites. Consequently, it is essential to maintain the structure of the carabid assemblage at a level sufficient to contribute to the homeostasis of the broader invertebrate community.

In Krasnodar Krai, over the course of research conducted between 1974 and 2025, a marked decline in abundance has been recorded for the majority of ground beetle species revealed in both agroecosystems and natural habitats. Certain species are now encountered only sporadically at study sites – *Broscus semistriatus* (Dej.), *Poecilus cupreus* (L.), *Poecilus crenuliger* Chd., *Anchomenus dorsalis* (Pont.), *Harpalus rufipes* Deg., and *Harpalus caspius* (Stev.) – while others have not been recorded at all in recent surveys: *Calosoma denticolle* Gbl., *Poecilus sericeus* F.-W., *Brachinus crepitans* (L.), *Brachinus psophia* (Serv.), and *Tachyta nana* (Gyll.).

Below we present the results of an analysis previously published [4], supplemented with data from more recent studies, which elucidate the probable causes of population decline in several carabid species. *Broscus semistriatus* (Dej.), according to earlier published records, showed zero abundance in lucerne agroecosystems. In other agroecosystems it was encountered only as singletons: one specimen was collected near Krasnodar in an “ecological” orchard at the Kuban experimental farm on 5 September 2011, and another was found in the foothill zone on a residential plot near the town of Goryachy Klyuch, in the vicinity of Imeretinskaya stanitsa, in June 2014. Notably, in the neighbouring Rostov Region (Orlovsky settlement), three specimens were collected over three days (26–28 May 2015) using 10 pitfall traps, suggesting a relatively high abundance of this species in that locality. It is evident that *B. semistriatus* has become rare in the agricultural landscapes of the central and foothill zones of Krasnodar Region, likely due to a rise in groundwater levels –consistent with its geobiont ecology, as corroborated by studies conducted in Azerbaijan [1].

The probable cause of rising groundwater in the central zone of Krasnodar Region is the commissioning of the Krasnodar Reservoir in 1975; prior to that, the species was collected in large numbers in the same area.

For the other aforementioned species, the decline in abundance may be attributed to shifts in climatic conditions, previously identified as the primary driver of long-term species-level transformation of the carabid assemblage. The same climatic influence is reflected in the increasing abundance of *Cicindela germanica* (L.) and *Harpalus distinguendus* (Duft.), which can be explained by the specific characteristics of their life cycles. Climate change has also created favorable conditions for the penetration of certain invasive species from neighbouring regions – *Carterus gilvipes* Brullé and *C. angustus* (Ménétriés) – which have been detected in the region's agricultural landscapes relatively recently. Similarly, range expansions of Caucasian endemics into other parts of Russia have been documented, exemplified by the records of *Carabus exaratus* Quens. in Chelyabinsk Region and *C. cumanus* F.-W. in Penza Region.

While the aforementioned effects of climatic shifts and groundwater level changes on carabid assemblages are undeniable, the most critical anthropogenic factor that may contribute substantially both to direct population decline and to indirect alterations of morpho-biological characteristics – ultimately reducing the adaptive capacity of ground beetles under changing environmental conditions – is the application of chemical plant protection products (pesticides), including herbicides, insecticides, and fungicides. A considerable body of literature has been published on the effects of various pesticides [3, 5–9] on carabid assemblages, including studies employing ground beetles as bioindicators of agrochemical contamination levels.

For instance, an analysis of the impact of agrochemicals on the non-target species *Calathus fuscipes* Goeze, 1777, demonstrated that this species cannot avoid contact with sublethal doses of pesticides (λ -cyhalothrin and cymoxanil) and sustains damage across multiple levels of biological organization – morphological, physiological, and biochemical. Significant effects were observed on elytral and pronotal length in females and elytral and pronotal width in males. Third-instar larvae exhibited growth and developmental arrest following treatment. Anomalous structural changes were recorded in the Malpighian tubules. An immune system response to pesticide exposure was also documented, evidenced by elevated prophenoloxidase activity, confirming the deleterious impact on the insect organism [7]. It can thus be concluded that chemical plant protection products affect various levels of organization in ground beetles and may consequently lead to population-level declines in abundance.

Given that chemical protection has become an integral component of intensive crop management, and that the effects on the majority of carabid species remain uninvestigated – compounded by the continuous introduction of novel pesticides – further research into the impact of various agrochemicals on carabid assemblages is warranted. The ultimate objective of this work should be the compilation of ranked lists of pesticide formulations based on their qualitative and quantitative effects on these insects. Such studies are planned at a permanent research site at the Kuban State Agrarian University's experimental farm with varying levels of chemical input. It should be noted that the research programme will encompass not only ecological and faunistic parameters (species diversity, dynamic density, life cycles, etc.) but also histological tissue analysis of beetles using a suite of analytical methods, including liquid and gas chromatography–mass spectrometry, since the effects of chemical exposure are difficult to ascertain from population-level characteristics alone. These methods will enable the detection of cumulative effects and the subsequent tracing of agrochemical metabolite transfer along trophic chains within the community. This will help to elucidate how such factors influence the carabid assemblage as a whole and to supplement with new data the method of assessing chemical protection effects based on species composition and abundance of ground beetles in the agricultural landscape. This approach may serve as the basis for a rapid screening method for pesticide contamination levels in agroecosystems, particularly on farms engaged in organic production.

References

1. Belousov I.A. Factors determining carabidocomplexes in agrocoenoses and ways of their enrichment // Introduction, acclimatization, and selection of entomophages. Collection of scientific papers. – Leningrad: All-Union Research Institute of Plant Protection, 1987. – P. 55-64.
2. Zamotajlov A.S., Khomitskiy E.E., Belyi A.I. Characteristics of the carabid beetle complex of agrarian landscape in the central zone of Krasnodar Territory in the beginning of 21st Century (Coleoptera, Carabidae). 2. Perennial transformation of the structure and bioecological parameters // Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. – 2015. – No. 52. – P. 103-113.
3. Maksimovich K.Yu. Ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) of agrocoenoses with different levels of agricultural technology intensification in the forest-steppe of the Ob Region: PhD Thesis in Biology. – Tomsk, 2024. – 190 p.
4. Khomitskiy E.E., Zamotajlov A.S., Belyi A.I. Perennial fluctuations in the number of carabid beetles in the agroecosystems of the Kuban Region (Coleoptera, Carabidae) // Crop protection against hazardous organisms: Proc. 9-th Intern. research-and-production conference, June 17-21, 2019. – Krasnodar: KubSAU, 2019. – P. 292-295.
5. Bednarska A.J., Sowa G., Frydryszak D., Śliwińska-Grochot R., Laskowski R. Species Sensitivity Distribution (SSD) profiles of carabid beetle communities exposed to acetamiprid, chlorpyrifos or λ -cyhalothrin // Science of the Total Environment. – 2025. – Vol. 996. – P. 180154. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2025.180154.
6. Gasparic H.V., Lemic D., Bazok R. Neonicotinoid Residues in Earthworms and Ground Beetles under Intensive Sugar Beet Production: Preliminary Study in Croatia // Agronomy. – 2022. – Vol. 12. – No. 9. – P. 2102. DOI: 10.3390/agronomy12092102.
7. Giglio A., Cavaliere F., Giulianini P.G., Mazzei A., Talarico F., Vommaro M.L., Brandmayr P. Impact of agrochemicals on non-target species: *Calathus fuscipes* Goeze 1777 (Coleoptera: Carabidae) as model // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2017. – Vol. 142. – P. 522-529. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2017.04.056.
8. Maksimovich K.Y., Tsakalof A.K., Khodakova A.V. Lamprakis T., Tzatzarakis M.N., Babenko A.S., Dudko R.Y., Tsatsakis A.M., Golokhvast K.S. Pesticides accumulation in Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) under conditions of intensive farming // Bekkerovskiye Readings: Proc. III All-Russian research-and-production conference, 30 October - 1 November, 2024. – Volgograd: VolSU, 2024. – P. 119-126.
9. Pearsons K.A., Tooker J.F. Acute toxicity of neonicotinoid insecticides to ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from Pennsylvania // Environmental Entomology. – 2025. – Vol. 54. – No. 3. – P. 574-584.

WINTER ACTIVITY OF GROUND BEETLES IN THE AGROLANDSCAPE OF THE CENTRAL ZONE OF KRASNODAR KRAI (COLEOPTERA, CARABIDAE)

Khomitskiy E.E.¹, Head of Entomology Research,
Mikhailova D.K.², Science assistant,
Zamotajlov A.S.², Grand PhD (D.Sc) in Biology, Professor,
Belyi A.I.², PhD in agriculture, Associate Professor,
Maksimovich K.Yu.³, PhD in biology, senior researcher

¹ООО “GEOMIRAGRO”, Moscow, Russia

²I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

³Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies RAS, Novosibirsk, Russia

Abstract. Winter activity of ground beetles has been documented not only in the foothill zone, where it was previously recorded, but also in the central zone of Krasnodar Krai in 2024–2025. Activity was exhibited by 12 species; the dominance structure of the carabid assemblage has been established.

Keywords: ground beetles, winter fauna, foothill zone, central zone, Krasnodar Krai

The winter fauna of ground beetles, both abroad and in Russia, remains insufficiently studied, as evidenced by the limited number of publications on this subject [3]. This situation cannot be regarded as satisfactory, since the activity period of certain species may currently be extended due to anomalously high positive temperatures during winter. Additionally, some species are capable of maintaining active life at low temperatures and under substantial snow cover [2]. Winter surveys allow for a more accurate reconstruction of life cycles, which, in turn, refines phenological forecasts for these entomophagous insects used in plant protection. In the Kuban region, such winter fauna studies have previously been conducted only in the foothill zone: in 2012, during warm winter “windows” [1], and in 2015–2017, throughout snowy and frosty winters [2]. For comparison of the winter fauna between the lowland and foothill zones, data from the winter period of 2015–2016 were used, as that period is most similar to the winter of 2024–2025 in the central zone. The present publication reports the results of surveys conducted in agrocoenoses within the municipal boundaries of Krasnodar: winter wheat (field 1), winter wheat (field 2), alfalfa, as well as in artificial forest plantations (a plot with deciduous tree species and an understorey of shrubs and conifers). The study plots were located on the campus of the agrarian university from December 2024 through February 2025.

In total, 242 specimens of ground beetles representing 12 species from 11 genera were collected using Barber pitfall traps in the central zone of Krasnodar Territory during the winter of 2024–2025. These were *Carabus exaratus* Quens., *Nebria brevicollis* F., *Notiophilus aestuans* Motsch., *Bembidion lampros* Herbst., *Trechus quadristriatus* Schrank., *Poecilus cupreus* L., *Anchomenus dorsalis* (Pont.), *Platynus assimilis* Pk., *Amara tibialis* Pk., *Parophonus planicollis* Dej., *Harpalus cupreus* Dej., and *Harpalus distinguendus* Duft. The dominant species were *Harpalus cupreus* Dej. (30.6%), *Trechus quadristriatus* Schrank. (26.9%), *Platynus assimilis* Pk. (9.9%), *Nebria brevicollis* F. (9.5%), and *Carabus exaratus* Quens. (7%).

Adults predominated, accounting for 83.9% of specimens, while larvae constituted 16.1%. Nearly all larvae, except for a single larva of *Carabus exaratus* Quens. found in the alfalfa agrocoenosis, were collected in their characteristic habitats within artificial forest plantations. Two species were represented among larvae in the following proportions: *Nebria brevicollis* F. – 59% (a forest mesophile) and *Carabus exaratus* Quens. – 43.6% (a polytopic mesophile). The activity of ground beetles is presumably attributable to the fact that during the period from 1 December 2024

to 16 February 2025, mean positive temperatures (+2.8 °C) persisted, and extreme weather conditions were mitigated by the formation of a favorable urban microclimate. The prevailing conditions during this period contributed to an extension of the active life period for the collected species with spring reproduction – *Parophonus planicollis* Dej. and *Harpalus cupreus* Dej., spring–summer reproduction – *Harpalus distinguendus* Duft., and summer–autumn reproduction – *Carabus exaratus* Quens. This was confirmed by the presence of multiple developmental stages (both larvae and adults) as well as different physiological age classes: post-generative and juvenile individuals. It should also be noted that larval abundance was considerably lower compared to the foothill site, at a ratio of 1:13, since the bulk of larval collections in pitfall traps comprised the cryophilic species *Nebria brevicollis* F.; apparently, the conditions prevailing during this period had a negative effect on larval activity of this species.

For a cross-zonal faunal comparison, the alfalfa agrocoenosis was selected from the central zone, as it is most similar to the homestead plot with grass cover in the foothill zone in terms of plant community structure. The alfalfa field supported a carabid assemblage of 9 species: *Carabus exaratus* Quens., *Bembidion lampros* Herbst., *Trechus quadristriatus* Schrank., *Poecilus cupreus* L., *Anchomenus dorsalis* (Pont.), *Amara tibialis* Pk., *Parophonus planicollis* Dej., *Harpalus cupreus* Dej., and *Harpalus distinguendus* Duft. The dominant species were *Trechus quadristriatus* Schrank. (19.5%), *Harpalus cupreus* Dej. (13.4%), and *Parophonus planicollis* Dej. (9%). In the foothill zone, the homestead plot with grass cover during the winter of 2015–2016 supported the following fauna of 11 species: *Nebria brevicollis* F., *Clivina fossor* L., *Asaphidion austriacum* Schweig., *Trechus quadristriatus* Schrank., *Poecilus cupreus* L., *Pterostichus anthracinus* Ill., *Amara tibialis* Pk., *Stenolophus persicus* Mann., *Acupalpus suturalis* Dej., *Harpalus distinguendus* Duft., and *Harpalus tardus* Pz. The dominant species were *Nebria brevicollis* F. (24.8%), *Pterostichus anthracinus* Ill. (21.9%), *Trechus quadristriatus* Schrank. (20%), *Acupalpus suturalis* Dej. (18%), and *Harpalus distinguendus* Duft. (7.6%).

Consequently, the alfalfa plot in the central zone supports a considerably less diverse fauna than the homestead plot with grass cover in the foothill zone. The faunas of the two zones exhibit very low similarity. Only one shared species was recorded — *Trechus quadristriatus* Schrank. – with nearly equal values in the dominance structure of the carabid assemblage. In addition to the aforementioned species, comparison of the faunas from the two agricultural zones revealed a further 6 species capable of maintaining active life during the winter period: *Carabus exaratus* Quens., *Notiophilus aestuans* Motsch., *Bembidion lampros* Herbst., *Anchomenus dorsalis* (Pont.), *Platynus assimilis* Pk., *Parophonus planicollis* Dej., and *Harpalus cupreus* Dej.

In summary, the recorded ground beetle species exhibit modified life cycles and an extended period of activity during mild winters. The studied agrocoenoses in the central zone of Krasnodar Territory are unfavorable for ground beetle larvae; conversely, a habitat atypical for forest and polytopic species in the foothill zone (homestead plot with grass cover) proved suitable for these species. Overall, the winter fauna checklist of Krasnodar Territory has been supplemented by 6 additional ground beetle species. It can be concluded that in regions with unstable sub-zero temperatures and snow cover, ecological and faunistic studies of ground beetles should be conducted year-round, as the accuracy of life cycle reconstruction depends on this.

References

1. Khomitskiy E.E., Zamotajlov A.S. Winter fauna of ground beetles of Goryachy Klyuch (Coleoptera, Carabidae) // Studenchestvo i nauka. Sbornik nauchnykh trudov. – Krasnodar: KubSAU, 2012. – Iss. 8. – Vol. 1. – P. 194-196
2. Khomitskiy E.E., Zamotajlov A.S., Belyi A.I. Contribution to study of the carabid beetle complex of agrarian landscape in the foothill zone of Krasnodar Territory in winter (Coleoptera, Carabidae) // Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. – 2017. – No. 69. – P. 192-198.
3. Jaskuła R., Soszynska-Maj A. What do we know about winter active ground beetles

(Coleoptera, Carabidae) in Central and Northern Europe // ZooKeys. – 2011. – Vol. 100. – P. 517-533. DOI: 10.3897/zookeys.100.1543.

<https://doi.org/10.26898/2026-109>
UDK 632

FACTORS LIMITING THE DEVELOPMENT OF LEAF STEM INFECTIONS IN SPRING WHEAT UNDER CONDITIONS OF THE WESTERN SIBERIAN FOREST-STEPPE

**Vasilieva N.V., PhD in agricultural sciences, leading researcher,
Kalichkin V.K., Doctor of agricultural sciences, chief researcher,
Maksimovich K.Yu., PhD in biology, senior researcher,
Fedorov D.S., Junior researcher**

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the
Russian Academy of Sciences, Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russia
e-mail: vasilevan54@mail.ru

Abstract. This article presents the results of observations of the development of leaf stem infections in spring wheat under the conditions of a multifactorial field experiment conducted in the forest-steppe zone of the Novosibirsk region (Western Siberia) from 2001 to 2021. The main threats to spring wheat are powdery mildew (*Blumeria graminis* (DC) *Speer.*), brown leaf rust (*Puccinia recondite* Rob. ex Desm. F. sp. *Tritici* Eriks.), septoria (*Septoria* spp.) and fusarium head blight (*Fusarium* spp.). It was found that the main factors significantly influencing the index of leaf stem infection development in spring wheat are: the combined conditions of air humidity and heat supply, and crop rotation. The influence of the main tillage systems on the development of brown leaf rust and powdery mildew was insignificant. An increase in the septoria development index was observed in the third crop after fallow with minimal or “zero” tillage compared to ploughing.

Keywords: brown rust, septoria, powdery mildew

According to the All-Russian Institute of Plant Protection, Russia loses between 8.5 and 25 million tonnes of grain annually to cereal diseases, with an average annual loss of 18.3 million tonnes in recent years [1]. Research in several countries with intensive cereal production has shown that the same wheat diseases are a major threat. Studies of crop losses caused by specific diseases in six European countries have shown that the most significant damage is caused by rusts (*Puccinia striiformis* and *Puccinia triticina*), powdery mildew (*Blumeria graminis*) and Fusarium head blight (*Fusarium* spp.) [2]. In Russia, the list of the most dangerous diseases for cereal crops includes powdery mildew (*Blumeria graminis* (DC) *Speer.*), brown leaf rust (*Puccinia recondite* Rob. Ex Desm. F. Sp. *Tritici* Eriks.), septoria (*Septoria* spp.) and Fusarium head blight (*Fusarium* spp.) [3]. In Western Siberia, these types of cereal diseases are also the most likely causes of yield losses in spring wheat. In recent years, there has been an increase in scientific publications indicating that the risk of infection of cereal crops with leaf stem diseases has increased significantly. One of the reasons for the increased development of infections is climate warming [4-6].

Many authors suggest that effective prediction of disease development may require comprehensive experimentally obtained disease development indicators and environmental conditions [9]. It should be noted that there is a relatively limited amount of scientific research on assessing the risk of leaf stem infection development in spring wheat in the Western Siberian forest-steppe region. The above factors require not only continuous monitoring of infection development over a long period, but also the application of modern approaches to intelligent data analysis, identification of limiting factors under changing climatic conditions, and methods for predicting the probability of leaf stem infection development, which is the main objective of this study.

The experimental data were obtained from a multifactor stationary field experiment conducted by the Siberian Scientific Research Institute of Chemicalisation of Agriculture (SibNII ZiKh). The location of the trial field is in the central forest-steppe zone, a region known for its unstable climate. In this region, moisture deficits occur in 20% of the years, acute droughts in 15%, moderate moisture in half of the observation years and excess moisture in 15% of the years. The soil at the experimental site is a medium loamy alkaline chernozem. Disease development studies were conducted under different primary tillage systems, including ploughing to a depth of 20-22 cm, no-tillage with Siberian Research Institute of Mechanisation and Electrification (SibIME) implements to a depth of 20-22 cm, minimum tillage to a depth of 10-12 cm, “zero” tillage (no autumn tillage), and variable depth strip tillage (a 0.4 m wide strip treated to a depth of 10-12 cm followed by another 0.4 m wide strip treated to a depth of 28-30 cm). The area of the experimental plots was 1300 m² with four replications. Disease development was monitored at the main growth stages of the wheat. Plant samples were taken randomly from all experimental variants in four replications, with each sample containing 100 plants. The main parameter subjected to mathematical analysis was the disease development index, expressed as a percentage of the total number of plants and the maximum disease score, calculated using the formula:

$$R = \sum(a \times b) \times 100 / N \times K,$$

where R – disease intensity in %; a – number of plants with the same disease symptoms; b – corresponding disease score; $\sum$ – sum of products of numerical values ($a \times b$); N – number of plants in the count (healthy and diseased); K – highest score on the rating scale [7].

The studies used generally accepted economic damage thresholds (EDT) for stem infections, with values of 15-20% for powdery mildew at the heading stage, 10% for brown leaf rust and 15-20% at the flag-leaf stage for septoria [8].

The results of variance analysis and Kruskal-Wallis test assessed each factor's contribution to disease development. Correlation analysis identified coordinated changes in the dataset, including relationships between the leaf stem infection index in spring wheat and various factors (temperature, moisture, distance from fallow, primary tillage).

Continuous monitoring of leaf stem diseases in spring wheat has been carried out since 1987 in a multifactorial field experiment to study different tillage methods in Siberian farming systems [9, 10]. Previous research by Siberian scientists showed that epidemics of various leaf stem diseases were most frequently observed in years with excessive moisture during the growing season, occurring in 72% of the years observed. In years with moderate moisture, epidemics occurred in 25% of years, and in years with precipitation deficits, they occurred in 33% of years. Powdery mildew and septoria were most frequently observed in years with a hydrothermal index (HTI) > 1, with an average development index over the observation period of 10.5% and 9.2%, respectively [9, 10]. Multi-year observations of the dynamics of leaf stem infections in spring wheat have made it possible to calculate the frequency of disease epidemic risk over time, depending on weather conditions and crop position in the rotation. Over the years of research, powdery mildew has been most frequently observed in spring wheat crops [9, 10]. Powdery mildew has been present every year for the last 14 years. Epidemics of brown leaf rust with significant exceedance of EDT were observed in six years during the same period. Septoria occurred every year, but only exceeded the EDT on some experimental varieties in five years during the study period. Fusarium head blight was rarely found. The incidence of all the infections studied has increased significantly in recent years. In addition, there was high pathogenicity due to the simultaneous presence of several disease types. This can be attributed not only to the accumulation of pathogens in plant residues and soil during the long-term experiment, but also probably to the effects of climate warming, which, according to the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, has amounted to 1.33°C in Western Siberia over the last 30 years. The dynamics of changes in leaf stem infection severity in spring wheat with increasing distance from fallow from 2001 to 2021 are shown in Fig. 1 (for clarity and more meaningful data presentation, the development indices have been highlighted in different fonts depending on the position of the crop in the rotation). Disease

development index depended on crop rotation and spatial arrangement. For example, brown leaf rust was more intense at earlier stages and was observed more frequently in plots close to winter rye, which served as a source of infection. Powdery mildew development was determined by crop density, with high wheat biomass per crop pair leading to maximum disease development in the first crop. Some increase in septoria infection in wheat was observed in the third crop after fallow with flat cutting and “zero” soil treatment. For example, in 2010, the Septoria development index on the third crop with ploughing was 15.8%, compared to 19.5% without primary soil treatment.

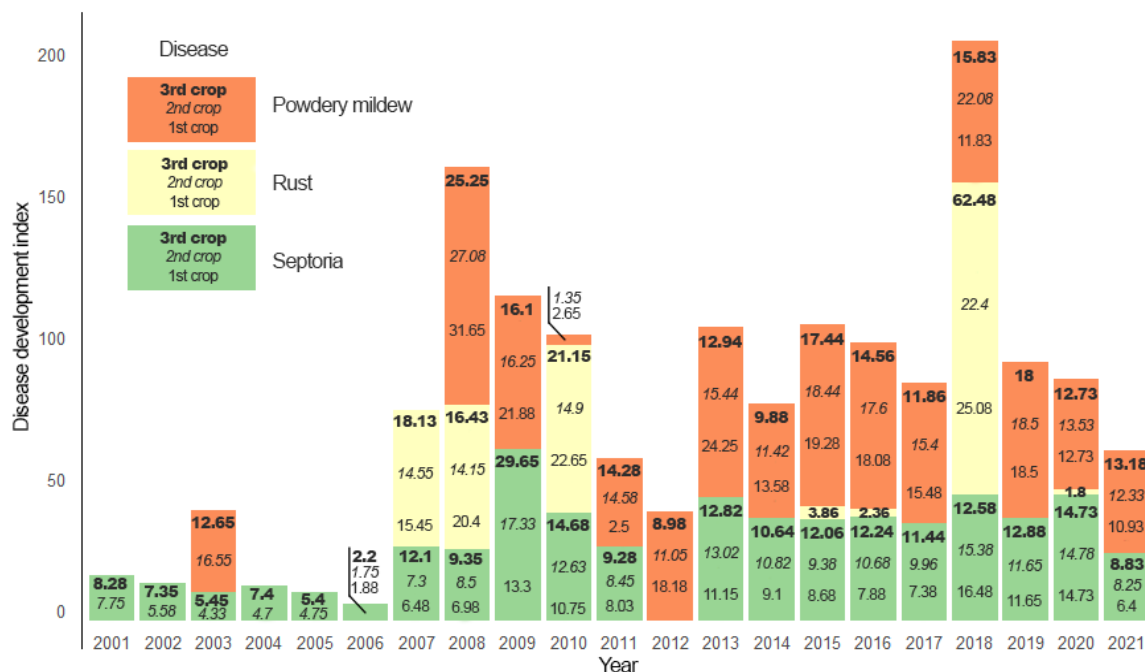


Fig. 1. Dynamics of Spring Wheat Disease Development Index from 2001 to 2021
(1st crop – regular font, 2nd crop – italics and 3rd crop – bold)

According to our research, the primary tillage system had insignificant effects on powdery mildew and brown rust intensity. However, increased disease epiphytotics indicate pathogen accumulation in soil and plant residues, associated with predominant conservation and no-till treatments at the station. This confirms potential threats of leaf-stem infection epiphytotics under conservation agriculture. For instance, septoria development increased in the third crop after fallow with minimal and no-till versus plowing.

Septoria development closely related to atmospheric moisture during the growing season. No septoria epiphytotics occurred in precipitation-deficit years, while in excess-precipitation years, its development index exceeded thresholds in three of eight years. Powdery mildew also manifested massively in high-moisture years. Brown rust pathogens caused mass wheat infections in moderate-moisture years, as both deficit and excess moisture were unfavorable for brown rust development.

1. Research from 2001-2021 revealed significant increases in brown rust and powdery mildew harmfulness in Western Siberian spring wheat. Further epidemic threats are linked to soil protection tillage systems, insufficient chemical controls, and regional climate warming.

2. Statistical analysis identified factors significantly ($p < 0.05$) influencing leaf stem infection development in spring wheat. For brown rust: average temperature (mid-June, mid-July), precipitation (first two June decades), and rainy days in June. For septoria: average temperature (mid-late June, late July), precipitation (mid-late June), and rainy days in July. For powdery mildew: average temperature (mid-June, all July decades), precipitation (mid-late July), and rainy days in June.

3. Primary soil treatment systems showed insignificant impact on brown rust and powdery mildew intensity. However, septoria development increased on the third crop after fallow with minimal and “zero” tillage versus plowing.

4. Based on correlations between leaf stem infections and weather conditions, plus probabilistic-statistical analysis, powdery mildew will likely be harmful in 7 of 12 years, brown rust in 2 years, and septoria annually. Fungicide treatments should be planned for years with expected high disease pressure.

References

1. Zakharenko V.A., Vasyutin A.S. Phytosanitary risks in grain production // Plant protection and quarantine. – 2014. – No. 7. – P. 3-7.
2. Jørgensen L.N., Hovmøller M.S., Hanse J.G. et al. IPM strategies and their dilemmas including an introduction to www.eurowheat.org // Journal of Integrative Agriculture. – 2014. – Vol. 13. – No. 2. – P. 265-281. DOI: 10.1016/s2095-3119(13)60646-2.
3. Peresypkin V.F. Diseases of grain crops. – Moscow: Kolos, 1979. – 278 p.
4. Trebicki P., Finlay K. Pests and diseases under climate change; its threat to food security. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2019. – P. 229–249.
5. Juroszek P., Racca P., Link S. et al. Overview on the review articles published during the past 30 years relating to the potential climate change effects on plant pathogens and crop disease risks // Plant pathology. – 2020. – Vol. 69. – No. 2. – P. 179–193. DOI: 10.1111/ppa.13119.
6. Juroszek P., Von Tiedemann A. Climate change and potential future risks through wheat diseases: a review // European Journal of Plant Pathology. – 2013. – Vol. 136. – No. 1. – P. 21–33. DOI: 10.1007/s10658-012-0144-9.
7. Kalichkin V.K., Maksimovich K.Yu. Methodology of formation of a digital system of agricultural management // Siberian Bulletin of Agricultural Science. – 2024. – Vol. 54. – No. 3. – P. 5–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-3-1.
8. Chekmarev V.V. The influence of temperature and humidity on the development of brown rust in winter rye // Plant protection and quarantine. – 2013. – No. 4. – P. 47–48.
9. Register of long-term stationary field experiments of state scientific institutions of the Siberian branch of the Russian Agricultural Academy. – Novosibirsk, 2009. – 285 p.
10. Vasilyeva N.V., Sineshchikov V.E. Leaf-stem infections of spring wheat in soil-protective agriculture in the forest-steppe of Western Siberia // Bulletin of the NGAU. – 2014. – No. 2 (31) – P. 7-12.

Секция 3

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

<https://doi.org/10.26898/2026-110>
УДК 631.67:631.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА В ТУРКМЕНИСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CROPWAT И ДАННЫХ NASA POWER

Аныев Д.Б., преподаватель

Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан
e-mail: dbaygeldi7@gmail.com

Аннотация. В условиях аридного климата Туркменистана и усиления последствий изменения климата рациональное использование водных ресурсов при возделывании хлопчатника приобретает особую актуальность. Целью исследования является оптимизация режимов орошения хлопчатника в Дашогузском велаяте на основе моделирования с использованием программы FAO CROPWAT 8.0. В работе применены метеорологические данные реанализа NASA POWER за 2023–2025 гг., а также уточненные региональные коэффициенты культуры (K_c), адаптированные для условий Центральной Азии. Моделирование позволило сопоставить традиционные гидромодульные нормы с адаптивными сценариями орошения. Полученные результаты демонстрируют потенциал снижения оросительной нормы на 11% при сохранении водной продуктивности, что критически важно для устойчивости земледелия в условиях дефицита воды в низовьях Амударьи.

Ключевые слова: водопотребление, хлопчатник, Дашогузский велаят, изменение климата, орошение, CROPWAT 8.0, NASA POWER, Туркменистан

Введение. Изменение климата оказывает значительное влияние на аграрный сектор аридных регионов, включая Туркменистан, где сельскохозяйственное производство в значительной степени зависит от орошения. Рост средних температур и увеличение частоты засушливых периодов ставят под угрозу устойчивое возделывание хлопчатника стратегически важной культуры для экономики страны. В этих условиях традиционные подходы к орошению требуют пересмотра в пользу точных цифровых методов управления водными ресурсами [1, 2].

Эффективным инструментом для решения этой проблемы является программный комплекс CROPWAT 8.0, который широко применяется в международной практике для оптимизации режимов полива. Критически важным аспектом при моделировании является качество входных данных [3, 4]. В настоящем исследовании для восполнения дефицита наземных наблюдений используется база данных NASA POWER. Научная обоснованность и надежность этого источника для агроклиматических целей подтверждена работой Sparks (2018), показавшей эффективность использования спутниковых данных о солнечной радиации и температуре для расчета эталонной испаряемости [5-8].

Целью данной работы является оптимизация водопользования при возделывании хлопчатника в различных почвенно-климатических условиях Туркменистана путем интеграции методических подходов с возможностями модели CROPWAT и данных дистанционного зондирования NASA POWER.

Объекты и методы исследования. Исследование основано на использовании модели CROPWAT версии 8.0 для оценки водопотребления хлопчатника и расчёта оросительных норм. В качестве исходных данных использовались среднесезонные климатические показатели (температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, солнечная радиация), почвенные характеристики, а также агробиологические параметры хлопчатника (продолжительность фаз вегетации, коэффициенты культуры K_c). Модель применялась для расчёта эталонной эвапотранспирации по методу Пенмана – Монтейта, определения фактического водопотребления культуры и анализа водного баланса при различных сценариях орошения.

Результаты исследования. Анализ агроклиматических условий Дашогузского велаята за 2023–2025 гг., проведенный на основе данных NASA POWER, выявил устойчивую тенденцию к росту суммарной солнечной радиации и температурных максимумов в критические фазы развития хлопчатника.

1. Анализ эталонной эвапотранспирации (ET_0) с использованием модели CROPWAT 8.0 было установлено, что в июле – самом жарком месяце вегетационного периода – значения ET_0 достигали 8,5–9,2 мм/день. Сравнение этих данных с историческими нормами показывает рост потребности в атмосферной влаге на 12–15%. Это подтверждает тезис Sparks (2018) о высокой точности спутникового мониторинга при фиксации экстремальных тепловых аномалий.

2. Водопотребление хлопчатника (ET_c). Применение региональных коэффициентов K_c по методике Г.В. Стулиной позволило адаптировать расчеты под местный сорт Дашогуз-120. Начальная фаза: низкая потребность в воде из-за медленного развития листовой поверхности. Фаза цветения (пик): расчетная водопотребность (ET_c) составила около 750–820 мм за сезон.

3. Оптимизация графика орошения. Моделирование показало, что традиционный жесткий график полива («по календарю») в условиях 2023–2025 гг. приводил либо к стрессу растений от засухи в пиковые температуры, либо к избыточному поливу в периоды кратковременных осадков.

Обсуждение. Полученные результаты коррелируют с выводами Gilanipour и Gholizadeh (2016) о том, что адаптивное управление поливом позволяет компенсировать температурный стресс. Для Дашогузского велаята ключевым фактором оптимизации является дробность поливов: вместо редких и обильных поливов модель рекомендует более частые, но менее объемные подачи воды, что критически важно для предотвращения подъема уровня минерализованных грунтовых вод.

Выводы. Применение модели CROPWAT является эффективным инструментом оптимизации водопользования при возделывании хлопчатника в условиях изменения климата Туркменистана. Моделирование водопотребления позволяет научно обосновать режимы орошения, снизить водные затраты и повысить устойчивость земледелия в аридных условиях. Полученные результаты могут быть использованы при разработке региональных программ управления водными ресурсами и внедрении ресурсосберегающих технологий в хлопководстве.

Список литературы

1. Стулина Г.В., Солодкий Г.Ф. Использование усовершенствованной методики ФАО для оценки водопотребления сельскохозяйственных культур в процессе орошения в Центральной Азии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecca-water.net/content/view/24098/1/>.
2. Gilanipour J., Gholizadeh B. Prediction of Rice Water Requirement using FAO-CROPWAT Model in North Iran under Future Climate Change: preprints. 2016. DOI: 10.20944/preprints201610.0031.v1.

3. Sparks A.H. Nasapower: a NASA POWER Global Meteorology, Surface Solar Energy and Climatology Data Client for R. // The Journal of Open Source Software. – 2018. – No. 3 (30). – P. 1035. DOI: 10.21105/joss.01035.
4. Wang, J., Chen Y., Li G. et al. Analysis of the Water Demand-Supply Gap in Lower Amu Darya River Basin, Central Asia // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Vol. 19. – Iss. 11. – Art. 6438. DOI: 10.3390/ijerph19116438.
5. Steduto P., Hsiao T.C., Fereres E., Raes D. Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 66. – Rome: FAO, 2020.
6. Kang S., Zhang J. Controlled deficit irrigation under climate change // Agricultural Water Management. – 2021. – Vol. 250.
7. NASA POWER Project. Meteorological data for agroclimatic modeling. NASA, 2023.
8. Playán E., Mateos L. Modernization of irrigation systems under climate variability // Agricultural Water Management. – 2023.

<https://doi.org/10.26898/2026-111>
УДК 598.2(470.311)

ОСЕННИЕ ОРНИТОКОМПЛЕКСЫ ГОРОДОВ И ПОСЕЛКОВ ЮГА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Артюхов М.Ю., аспирант

Научный руководитель – Железнова Т.К., д-р биол. наук, проф.

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

e-mail: OLoryy@yandex.ru; larius-minutus@yandex.ru

Аннотация. Нами, в связи с малой степенью изученности количественных параметров орнитокомплексов Московской области, рассмотрены на примере городов и поселков южного и юго-восточного Подмоскovie в осенний период следующие показатели: обилие птиц, состав доминантов и видовое богатство. Отмечены заметная, за редким исключением, разница в плотности населения птиц между городами и поселками, лидирование наиболее типичных синантропных видов, влияние на видовое богатство поздно отлетающих перелетных, оседлых и прикочевывающих птиц.

Ключевые слова: осень, населенные пункты, орнитокомплексы, обилие птиц, доминанты, видовое богатство

Несмотря на то, что исследования орнитофауны Московской области проводятся уже более 200 лет, данные по количественным характеристикам населения птиц фрагментарны. Неплохо изучено в этом смысле северо-западное Подмоскovie [1].

Цель исследования – изучение количественных характеристик осенних орнитокомплексов населенных пунктов юга Московской области.

Нами обследованы 10 населенных пунктов южного и юго-восточного Подмоскovie – города Подольск, Чехов, Серпухов, Раменское, Воскресенск и Коломна, а также поселки Столбовая, Шарапова Охота, Виноградово и Пески. Учеты проводились по методике Ю.С. Равкина [2], доминантные и фоновые виды рассматриваются по А.П. Кузякину [3] (не менее 1 особи/км² в первом случае и 10% от общего обилия во втором). Названия приведены по Е.А. Коблику и др. [4].

Полученные данные по суммарному обилию птиц представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Количественные показатели населения птиц селитебных местообитаний
юга Московской области в осенний период 2020-2025 гг.**

№ п/п	Населенный пункт	Суммарное обилие, особей/км ²	Число видов	Число фоновых видов
1.	Подольск	1237	28	18
2.	Чехов	1287	29	21
3.	Серпухов	1198	27	22
4.	Раменское	1082	40	28
5.	Воскресенск	1263	39	31
6.	Коломна	1061	34	23
7.	Столбовая	989	32	26
8.	Шарапова Охота	937	37	28
9.	Виноградово	801	38	32
10.	Пески	1167	44	42

Наибольшее обилие птиц отмечено в Чехове, что связано с высокой плотностью населения урбофильных видов (сизый голубь *Columba livia*, галка *Corvus monedula* и др.), наименьшее – в пос. Виноградово из-за отсутствия гнездопригодных мест для сизого голубя в виде многоэтажной застройки. Видовое разнообразие выше всего в Песках, богатых различными фациями от полей до крупных рек в виде Москвы и Мезенки, наименьшее – в Серпухове.

Доминантными видами на территории этих городов и поселков являются сизый голубь (во всех городах и пос. Столбовая), галка (в Воскресенске, Коломне и Столбовой), серая ворона *Corvus cornix* (только в Раменском), большая синица *Parus major* (во всех населенных пунктах), рябинник *Turdus pilaris* (в Столбовой и Шараповой Охоте) и полевой воробей *Passer montanus* (везде, кроме Раменского). Их доли от общего обилия птиц варьирует от 10 до 45% в различных населенных пунктах.

Осень характеризуется значительными изменениями видового состава птиц в орнитокомплексах, а именно исчезновением перелетных видов (таких как кряква *Anas platyrhynchos*, черный коршун *Milvus migrans*, лысуха *Fulica atra*, малый зуёк *Charadrius dubius*, вяхирь *Columba palumbus*, деревенская ласточка *Hirundo rustica*, лесной конёк *Anthus trivialis*, пеночка-весничка *Phylloscopus trochilus*, серая мухоловка *Muscicapa striata* и др.) и появлением прикочевывающих (перепелятник *Accipiter nisus*, свиристель *Bombicilla garrulus*, желтоголовый королёк *Regulus regulus*, московка *Parus ater*, обыкновенная чечетка *Acanthis flammea*) (табл. 2).

Из всего разнообразия представленных птиц в Красную книгу Московской области [5] включены луговой лунь *Circus cyaneus*, зеленый дятел *Picus viridis*, седой дятел *Picus canus*, средний пестрый дятел *Dendrocopos medius*, белоспинный дятел *Dendrocopos leucotos*. В Прил. 1 (нуждающиеся в постоянном контроле и наблюдении виды) внесены обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus*, серая куропатка *Perdix perdix*, малый зуёк, гнездовая популяция серебристой чайки *Larus argentatus*, кольчатая горлица *Streptopelia decaocto*, луговой конёк *Anthus pratensis*, горихвостка-чернушка *Phoenicurus ochruros*, хохлатая синица *Parus cristatus* и юрок *Fringilla montifrigilla*.

Таблица 2

**Видовой состав и обилие птиц в осенних орнитокомплексах городов и поселков
юга Московской области, 2020-2025 гг., особей/км²**

№ п/п	Вид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Серая цапля	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	36
2.	Кряква	4	89	3	4	66	3	15	23	44	26
3.	Черный коршун	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
4.	Канюк	0,1	0,2	0	0	0,3	0	0	0,3	0	0
5.	Болотный лунь	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
6.	Луговой лунь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
7.	Перепелятник	0	0	0	0	0	1	0,1	0	0,5	0
8.	Обыкновенная пустельга	0,1	0	0,2	0,7	0,3	0	0	0	0	0
9.	Серая куропатка	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10.	Лысуха	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
11.	Малый зуёк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
12.	Сизая чайка	0,8	0,02	0,09	4	5	10	0	0	0	0
13.	Серебристая чайка	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
14.	Сизый голубь	516	380	407	295	208	230	105	32	27	10
15.	Вяхрь	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0
16.	Кольчатая горлица	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
17.	Желна	0,1	0	0	3	0,3	0,2	0	0	0	0
18.	Большой пёстрый дятел	0	0,2	0,8	0,2	5	0	2	7	7	15
19.	Сирийский дятел	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20.	Средний пёстрый дятел	0	0	0	0,4	0	2	0	0	0	0
21.	Белоспинный дятел	0	0	0	0,2	0	0,6	0	0	0	4
22.	Малый пёстрый дятел	0	0	0	0,2	4	0	0	0	0	0
23.	Седой дятел	0	0,2	0	0	0	0	0	0,5	0	0
24.	Зелёный дятел	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1
25.	Деревенская ласточка	0	0	0,4	0,7	0	0	2	0	8	0
26.	Рогатый жаворонок	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
27.	Лесной конёк	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28.	Луговой конёк	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
29.	Белая трясогузка	11	29	20	0,7	10	0,7	11	6	13	6
30.	Обыкновенный скворец	0	7	0	16	0	0,2	9	59	12	1
31.	Сойка	0,8	2	2	0,2	1	0,6	2	0,5	4	11
32.	Сорока	2	5	4	0,7	8	1	20	19	15	21
33.	Галка	75	119	118	66	169	265	103	23	8	2
34.	Грач	13	10	45	71	42	22	0	0	6	0
35.	Серая ворона	22	82	59	137	72	72	71	34	12	72
36.	Ворон	0,8	1	2	3	0	3	0,2	0,6	6	4
37.	Свиристель	0	0	0	1	1	0,2	5	0	7	0
38.	Крапивник	0	0	0	0	0,5	0	0	0	5	4
39.	Пеночка-весничка	0	0,1	2	0	0	0	2	11	0	4
40.	Пеночка-теньковка	0	0,1	0	3	1	0,6	0,4	9	15	50
41.	Желтоголовый королёк	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	1
42.	Серая мухоловка	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	4
43.	Обыкновенная горихвостка	0	0	0	3	0	0,6	0,8	2	0,3	2
44.	Горихвостка-чернушка	0	0	0	2	0	0	0,8	0	0	2
45.	Зарянка	0	0	0	7	0,3	6	2	2	1	18
46.	Рябинник	15	33	2	46	21	27	101	206	3	81
47.	Черный дрозд	0	0	0	0,7	1	2	0	3	0	0
48.	Певчий дрозд	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	1
49.	Оползень	0	0	2	14	5	14	1	10	22	77
50.	Пухляк	0	0	0	6	8	0	0	2	3	4
51.	Хохлатая синица	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
52.	Московка	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	1
53.	Лазоревка	9	21	9	64	47	11	11	3	15	18
54.	Большая синица	193	157	174	213	276	158	140	120	221	246

Продолжение таблицы											
55.	Обыкновенный поползень	2	2	3	4	1	1	0,1	15	8	11
56.	Обыкновенная пищуха	2	2	0	1	2	0,6	0	2	2	7
57.	Домовый воробей	13	33	105	8	35	28	80	3	20	42
58.	Полевой воробей	327	302	174	54	209	186	180	249	292	326
59.	Зяблик	4	0	5	36	6	3	12	29	3	11
60.	Юрок	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1
61.	Обыкновенная зеленушка	0,4	1	4	0	8	5	3	3	2	7
62.	Чиж	15	0,6	0	2	5	3	20	20	0,5	11
63.	Щегол	11	6	0,8	7	12	0,2	9	23	10	6
64.	Коноплянка	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
65.	Обыкновенная чечетка	0	0	8	0	9	0,2	2	0	0	2
66.	Клест-еловик	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
67.	Обыкновенный снегирь	0,1	2	20	4	5	4	3	11	2	10
68.	Обыкновенный дубонос	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
69.	Обыкновенная овсянка	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0
70.	Камышовая овсянка	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Примечание. 1 – Подольск, 2 – Чехов, 3 – Серпухов, 4 – Раменское, 5 – Воскресенск, 6 – Коломна, 7 – Столбовая, 8 – Шарапова Охота, 9 – Виноградово, 10 – Пески.

На основе проведенных исследований можно заключить, что:

1. Обилие птиц выше в городах, чем в поселках из-за более подходящих для синантропных видов условий, за исключением разнообразного по числу фаций пос. Пески.

2. Доминантами являются типичные синантропные птицы, из них в городах чаще лидируют сизый голубь, галка, серая ворона; в поселках – рябинник; в обеих группах населенных пунктов – большая синица и полевой воробей.

3. Видовое богатство птиц выше в поселках по сравнению с городами, а также в юго-восточном Подмоскowie в сравнении с южным из-за близости привлекательных для птиц территорий (Виноградовской поймы).

Список литературы

1. Железнова Т.К., Железнов-Чукотский Н.К. Птицы северо-западного Подмоскowie. – М., 2024. – 408 с.
2. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов лесного энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66-75.
3. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Ученые записки Московского областного педагогического института им. Н.К. Крупской. – М., 1962. – Т. 109. – Вып. 1. – С. 3-182.
4. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц Российской Федерации. – М., 2006. – 143 с.
5. Красная книга Московской области. – 3-е изд. – Можайск, 2018. – 812 с.

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Байбеков Р.Ф., д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,
Белопухов С.Л., д-р с.-х. наук, проф.**

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия
e-mail: sbelopuhov@rgau-msha.ru

Аннотация. Приводятся результаты по производству и применению стандартных образцов для оценки качественного и количественного состава токсикантов в продукции сельского хозяйства. Отмечается, что в настоящее время объем производства государственных стандартных образцов ограничен. В мировой сельскохозяйственной практике применяют более 400 действующих веществ пестицидов, но в нашей стране не более 10% от этого количества, в связи с чем перед агропромышленным комплексом страны стоит задача наращивания объемов производства таких образцов.

Ключевые слова: государственные стандартные образцы, пестициды, химический состав и качество продукции

В условиях глобального потепления на планете актуальным остается задача увеличения производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания для населения. Применение современных интенсивных агротехнологий подразумевает использование высокоэффективной системы защиты растений, применение широкого ассортимента пестицидов и регуляторов роста растений, что в свою очередь определяет качество производимой сельскохозяйственной продукции [1, 2]. И к средствам защиты растений предъявляются новые требования по их применению. При этом необходимо постоянно уточнять и расширять список биологически, экологически и хозяйственно значимых химических элементов и соединений. Миграция таких веществ в биосфере играет жизненно важную роль и определяет направление и интенсивность изменений, происходящих в отдельных компонентах биосферы: почвах, растительности, мезо- и макрофауны, природных водах, атмосферы [3, 4]. Это необходимо для предвидения и ликвидации экологических катастроф и разработки защитных мероприятий, производству экологически безопасной продукции.

Агрохимический инновационный центр развития сельскохозяйственной науки и производства (АНО «АИЦ») сегодня является ведущим научно-исследовательским центром России в области применения химических и биологических средств защиты растений и оценке их воздействия на окружающую среду.

Испытательная лаборатория АНО «АИЦ» аккредитована в Национальной системе аккредитации (Росаккредитация, номер в реестре аккредитованных лиц RA.RU.210A55) и ААЦ «Аналитика» (аттестат № ААС.А.00451).

За последние годы получены уникальные экспериментальные данные о воздействии многих средств защиты растений на окружающую среду в условиях глобального потепления, стремительно протекающих изменений в природе и технике, сельском хозяйстве и природопользовании [5].

Сотрудники центра опыты проводят в разных почвенно-климатических зонах России. К исследованиям привлекаются ученые различных научно-производственных организаций страны и Российской академии наук.

Центр располагает полным комплектом современного аналитического оборудования, использует методы газовой хроматографии, высокоэффективной жидкостной хроматографии, с детектированием масс-спектрометрии. Также имеется полный комплект оборудования для биологических испытаний и определения остаточных количеств пестицидов.

Центр занимается разработкой рабочих программ и испытаниями в части изучения биологической эффективности и безопасности применения пестицидов.

Регистрационные испытания проводятся в соответствии с рабочей программой, определяющей объем необходимых исследований по единым методическим указаниям.

Основной задачей исследований биологической эффективности пестицидов и агрохимикатов является оценка новых препаратов на обоснованность применения их в сельском хозяйстве. Исследования проводятся путем постановки полевых мелкоделяночных и производственных опытов в различных почвенно-климатических зонах возделывания сельскохозяйственных культур.

Определение остаточных количеств действующего вещества пестицида и его метаболитов в сельскохозяйственной продукции проводится в рамках регистрационных испытаний с целью оценки безопасности пестицида для здоровья людей.

Центр является одним из лидеров в стране по производству и реализации государственных стандартных образцов состава пестицидов. АНО «Агрохимический инновационный центр развития сельскохозяйственной науки и производства» является единственным в России производителем и правообладателем государственных стандартных образцов пестицидов (в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 14 декабря 2022 г. № 3177). Актуальность стандартных образцов способствует выполнению задачи по импортозамещению таких препаратов и не уступает по качеству стандартным образцам мирового уровня.

Стандартные образцы применяются, как средство метрологического обеспечения единства измерений и контроля точности результатов измерений. Они необходимы при аттестации методик измерений массовой доли пестицидов в веществах и материалах, методом газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Стандартные образцы предназначены для градуировки хроматографов при соответствии метрологических и технических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений. Область применения стандартных образцов: сельское хозяйство, охрана окружающей среды, пищевая и химическая промышленность.

Для получения количественных характеристик сельскохозяйственной продукции используют при калибровке внутренние и внешние стандарты. Наличие стандартов в виде государственных стандартных образцов (ГСО) сегодня является с одной стороны требованием времени, но с другой – проблемой и главной задачей производителей стандартных образцов. В государственном каталоге стандартных образцов имеется ограниченный набор ГСО. Долгое время их практически не производили в нашей стране. Так, с 2000 по 2015 г. было зарегистрировано и выпущено только 19 шт. ГСО состава, с 2015 по 2019 г. – 30 шт., с 2020 по 2024 г. – 41 шт. В государственном каталоге стандартных образцов в 2024 году было всего лишь 27 ГСО пестицидов. Из этого количества 16 ГСО производит АНО «АИЦ».

Кроме того, ежегодно в центре проходят дополнительное обучение специалисты Агрохимслужбы Российской Федерации, других заинтересованных организаций. Следовательно, разработка, производство и внедрение государственных стандартных образцов в практику научных и производственных исследований сегодня является актуальной задачей, а организации, производящие стандартные образцы должны увеличивать постоянно объем производимых образцов.

Список литературы

1. Белопухов С.Л., Малеванная Н.Н. Влияние циркона на химический состав льна-долгунца // Плодородие. - 2004. - № 1 (16). - С. 18-20.
2. Пузырева А.Ю., Гребенщиков В.Ю., Верхотуров В.В., Белопухов С.Л., Байбеков Р.Ф. Влияние агрофона и условий выращивания на продуктивность и качество ячменя в Иркутской области // Плодородие. - 2014. - № 1 (76). - С. 26-27.
3. Shirokova A.V., Dzhatdueva S.A., Ruzhitskiy A.O. Treasures Induced by Narrow-Spectrum Volatile Phenylpropanoid and Terpene Compounds in Leaves of Lemon Basil (*Ocimum × citriodorum* Vis.), Sweet Basil (*O. basilicum* L.) and Bush Basil (*O. minimum* L.) Under Artificial Light City Farm Conditions // Plants. - 2025. - Vol. 14. – P. 403. DOI 10.3390/plants14030403.
4. Dudina A.A., Zakharov I.N., Nefed'eva E.E. Physical and mechanical properties of hard seed coat on the example of *Gleditsia triacanthos* L. // Brazilian Journal of Biology. - 2024. - Vol. 84. - P. e284897. DOI: 10.1590/1519-6984.284897.
5. Belopukhov S.L., Grigoryeva M.V., Bagnavets N.L. The influence of agrotechnologies of organic farming on the content of humus, phosphorus and potassium in the soil // Brazilian Journal of Biology. - 2023. - Vol. 83. - P. e275585. DOI: 10.1590/1519-6984.275585.

<https://doi.org/10.26898/2026-113>
УДК 556.3/504.06

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Быченко Р.Ю., магистр

Научный руководитель – Болдырева Л.М., канд. техн. наук, доцент

Кубанский государственный аграрный университет,

Краснодар, Россия

e-mail: arkadiam2002@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы рационального использования водных ресурсов в условиях изменения климата. Анализируются глобальные тенденции изменения гидрологического цикла, влияние экстремальных климатических явлений на доступность пресной воды, а также методы повышения эффективности водопотребления в сельском хозяйстве, промышленности и городском секторе. Предлагается комплексный подход, включающий технологические инновации, адаптационное управление, интегрированный водный менеджмент и международное сотрудничество. На основе современных исследований и статистических данных показано, что внедрение точного земледелия, систем повторного водопользования и прогнозирования гидрологических изменений позволяет существенно снизить нагрузку на водные экосистемы и обеспечить устойчивость водоснабжения. Статья подчеркивает необходимость стратегического планирования и разработки региональных водных стратегий для минимизации социальных и экономических последствий изменения климата.

Ключевые слова: водные ресурсы, рациональное водопользование, адаптационное управление, интегрированный водный менеджмент, сельское хозяйство, промышленность

Изменение климата является одной из ключевых глобальных проблем XXI в., оказывая многогранное воздействие на водные ресурсы. Повышение глобальной температуры, изменение распределения и интенсивности осадков, учащение экстремальных гидрологических явлений, таких как засухи и наводнения, приводят к нарушению водного

баланса на региональном и локальном уровнях. По данным Межправительственной панели по изменению климата (ИПСС, 2023), среднегодовая температура на планете увеличилась на 1,2 °С относительно доиндустриального периода, что уже проявляется в изменении гидрологического цикла. Эти процессы ставят перед человечеством задачу рационального использования водных ресурсов, что является необходимым условием обеспечения устойчивого развития, продовольственной и энергетической безопасности [2, 3, 6].

Рациональное использование водных ресурсов предполагает комплексный подход, включающий технологические, организационные и законодательные меры, направленные на сохранение, эффективное распределение и восстановление водных экосистем. Важнейшим аспектом является снижение водопотребления и оптимизация водопользования в секторах с наибольшей нагрузкой на ресурсы, таких как сельское хозяйство, промышленность и коммунально-бытовой сектор. Сельское хозяйство является основным потребителем пресной воды (до 70 % глобального потребления), поэтому внедрение систем точного земледелия, капельного и дождевального орошения, мониторинга влажности почвы и использования сортов культур с повышенной засухоустойчивостью позволяет существенно повысить эффективность водопотребления [1, 4, 5].

В промышленности рациональное использование воды достигается за счёт повторного и многоциклового водоснабжения, применения замкнутых технологических циклов и модернизации оборудования с целью снижения потерь. Так, по данным Всемирного банка (2022), применение технологий рециркуляции воды в металлургической промышленности может снизить водопотребление до 40 % при сохранении производственной мощности. В городском водопользовании важную роль играют системы очистки сточных вод, повторное использование дождевой и серой воды, создание зеленой инфраструктуры и устойчивых водоёмов, что способствует снижению нагрузки на водные объекты и смягчению последствий экстремальных осадков [2, 3, 5].

Адаптационное управление водными ресурсами включает в себя:

- прогнозирование изменений гидрологического режима;
- моделирование сценариев водопользования;
- разработку региональных стратегий распределения ресурсов с учётом климатических рисков.

Интегрированный водный ресурс предполагает комплексное рассмотрение водных объектов как единые системы, учитывающие взаимодействие природных и антропогенных факторов, таких как изменение климата, загрязнение и урбанизацию. Применение данных подходов позволяет оптимизировать водораспределение между сельским хозяйством, промышленностью, энергетикой и бытовым сектором, при этом снижая вероятность дефицита и улучшая качество водоснабжения [1, 4, 6].

Трансграничные водные объекты, которые подвержены сложной динамике распределения ресурсов между государствами. Международное сотрудничество и принятие совместных нормативов использования воды позволяют минимизировать конфликты, способствуют совместной защите водных экосистем и обеспечивают устойчивость водопользования в условиях глобальных климатических изменений [2, 3].

Таким образом, рациональное использование водных ресурсов в условиях изменения климата требует многоуровневого подхода: сочетания технологических инноваций, адаптационного управления, интегрированного планирования и международного сотрудничества. Только комплексное решение данных задач позволит сохранить водные экосистемы, обеспечить устойчивое водоснабжение для различных секторов экономики и снизить социально-экономические последствия климатических изменений для общества.

Список литературы

1. Черняева С.О., Болдырева Л.М. Проблемы и пути решения сельскохозяйственных агроландшафтов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по

- материалам 80-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2024 г., Краснодар, 28 марта 2025 г. – Краснодар, 2025. – С. 159-161.
2. Перминова Е.С., Болдырева Л.М. Устойчивое развитие и охрана ландшафтов Выселковского района // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 28–29 апр. 2025 г. – Пенза, 2025. – С. 173-178.
3. Цыба Г.М., Болдырева Л.М. Анализ соответствия состояния объектов природообустройства критериям качества окружающей среды // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 26–27 июля 2025 г. – Пенза, 2025. – С. 323-326.
4. Шакун А.А., Болдырева Л.М. Оценка эффективности природоподобных технологий для минимизации необратимых техногенных изменений // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 26–27 июля 2025 г. – Пенза, 2025. – С. 327-329.
5. Болдырева Л.М. Общие сведения и эффективные меры борьбы с разливами нефти на поверхности воды // Актуальные вопросы науки и образования (шифр - МКABH): сб. материалов XV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 4 апр. 2025 г. – М., 2025. – С. 375-379.
6. Иванов В.В. Цифровое будущее строительства: применение IT-технологий на объектах завтрашнего дня // Научный лидер. – 2025. – № 21 (222). – С. 57-61.

<https://doi.org/10.26898/2026-114>
УДК 615.9:579.62

ВЛИЯНИЕ ЗЕАРАЛЕНОНА И Т-2 ТОКСИНА НА МИКРОБИОМ КИШЕЧНИКА КРЫС ПРИ РАЗДЕЛЬНОМ И СОЧЕТАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Валиуллин Л.Р.^{1,2}, канд. биол. наук, в.н.с.,
Самсонов А.И.¹, канд. биол. наук, в.н.с.,
Ерошин А.И.¹, н.с.,
Валиуллина Д.А.³, канд. с.-х. наук, доцент,
Демин Д.В.², канд. биол. наук, в.н.с.**

¹Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
Московская область, р.п. Большие Вяземы, Россия

³Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия
e-mail: lrvaliullin@yandex.ru

Аннотация. В результате проведенных экспериментов установили, что при сочетанном воздействии зеараленона и Т-2 токсина на крыс, происходит более выраженное повышение уровня патогенной микрофлоры в составе микробиома кишечника, чем при их раздельном воздействии. Так, в кишечнике белых крыс, получавших совместно зеараленон и Т-2 токсин, концентрация патогенных микроорганизмов увеличилась относительно контроля на 42,0%.

Ключевые слова: микотоксины, зеараленон, Т-2 токсин, патогенная микрофлора, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

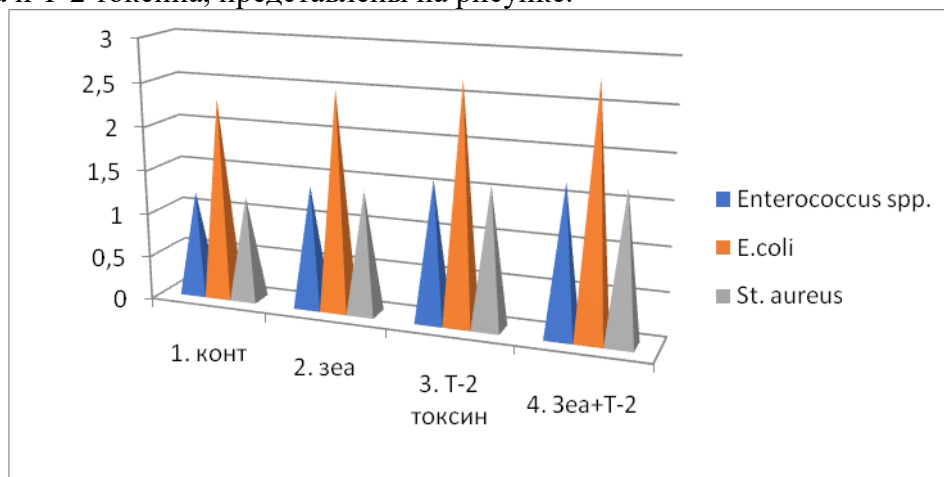
Введение. Наиболее часто встречающимися фитопатогенами в продовольственном сырье растительного происхождения в РФ являются грибы рода *Fusarium*, которые могут

вырабатывать токсичные вторичные метаболиты – Т-2 токсин, зеараленон, ДОН, фумонизины и др. Большинство из них вызывают в организме млекопитающих патологические процессы различного характера. Зеараленон – это нестероидный эстрогенный микотоксин, нарушающий репродуктивную функцию у млекопитающих. Наиболее чувствительными к зеараленону среди сельскохозяйственных животных являются свиньи, и в настоящее время нет эффективного лекарственного препарата от данного токсина [1-3]. Высокие концентрации зеараленона индуцируют апоптоз и нарушают пролиферацию на клеточном уровне дозозависимым образом. Т-2 токсин относится к группе трихотеценовых микотоксинов, наиболее токсичен для животных и часто обнаруживается зерновых культурах, таких как ячмень, пшеница, рожь, и овес. Поедание кормов, содержащих Т-2 токсин, может вызвать у животных такие симптомы, как рвота, диарея, нарушения работы сердечно-сосудистой системы [4, 5]. Пероральное введение Т-2 токсина в дозах близких к среднесмертельной (от 3 до 10 мг/кг) вызывает быструю гибель поголовья. При изготовлении комбикормов происходит смешивание различных компонентов из сырья растительного происхождения, в этом случае концентрация фузариотоксинов может стать ниже предельно допустимых концентраций [6, 7]. Это повышает риск длительного воздействия токсинов на организм животных и человека. При длительном воздействии низких доз фузариотоксинов явные клинические признаки микотоксикоза отсутствуют [8, 9]. Имеется мало научных данных по изучению влияния раздельного и сочетанного воздействия зеараленона и Т-2 токсина на кишечную микробиоту млекопитающих. Однако микробиом желудочно-кишечного тракта выполняет важную роль в усвоении организмом питательных веществ посредством различных путей метаболизма. Изменение баланса микрофлоры кишечника животных имеет важное значение, особенно для высокопродуктивных видов сельскохозяйственных животных.

Целью работы явилось изучение влияния зеараленона и Т-2 токсина на микробиом кишечника крыс при раздельном и сочетанном воздействии.

Материалы и методы. Количественный и качественный состав микрофлоры кишечника определяли методом полимеразной цепной реакции с флуоресцентной детекцией результатов амплификации в режиме реального времени (ПЦР РВ). ДНК анализируемых микроорганизмов выделяли из фекалий с помощью набора реагентов «Колонофлор-8» (Альфалаб, Россия) в соответствии с протоколом производителя. Анализ полученных результатов для определения концентрации ДНК микроорганизмов в образцах проводили на основе калибровочных кривых накопления сигнала по каналам FAM и HEX с помощью программного обеспечения используемого набора. Количество выявленных микроорганизмов выражали в геном эквивалентах на 1 г фекального образца (ГЭ/г) [10, 11].

Результаты исследований. Результаты исследований показателей микробиома толстого отдела кишечника белых крыс, при раздельном и сочетанном воздействии зеараленона и Т-2 токсина, представлены на рисунке.



Из данных рисунка видно, что в группе при раздельном воздействии зеараленона концентрация *Enterococcus* spp. повысилась на 16,7 % в сравнении с контрольной группой. В группе животных при воздействии Т-2 токсина численное содержание *Enterococcus* spp. увеличилось на 33,0% в сравнении с контролем. При сочетанном воздействии зеараленона и Т-2 токсина на животных концентрация микроорганизмов группы *Enterococcus* spp. повысилась на 41,6% относительно контрольных показателей.

Концентрация микроорганизмов *Escherichia coli* в кишечнике белых крыс, получавших отдельно зеараленон, была выше на 8,7%, Т-2 токсин – на 17,4% в сравнении с контрольными показателями. В группе крыс, получавших совместно зеараленона и Т-2 токсин, концентрация микроорганизмов *E. coli* в кишечнике была выше контроля на 22,0%.

Содержание бактерий *Staphylococcus aureus* в микробиоме желудочно-кишечника тракта белых крыс, получавших отдельно зеараленон, было выше на 17,0% в сравнении с контрольными показателями. В группе животных, получавших Т-2 токсин содержание грамм положительных бактерий *Staphylococcus aureus* в толстом кишечнике было выше контроля на 33,0%. В кишечнике белых крыс, получавших совместно зеараленон и Т-2 токсин концентрация микроорганизмов, увеличилась относительно контроля на 42,0%.

Заключение. В результате проведенных экспериментов по изучению сочетанного отравления белых крыс зеараленоном и Т-2 токсином в хроническом опыте установлено, что происходит более значительное повышение уровня патогенной микрофлоры в составе микробиома кишечника животных, чем при раздельном введении этих микотоксинов.

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.Ю. Рудь (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого) и В.П. Калиниченко (сотруднику ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитических экспериментах.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Валиуллин Л.Р., Фролов А.В., Егоров В.И. и др. Изучение безопасности биопрепаратов для снижения токсичности продовольственного сырья в моделях *in vitro* // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2025. – Т. 261. – № 1. – С. 30-34.
2. Апостолиди К.Ю., Чеходариди Ф.Н., Папуниди К.Х. и др. Санитарно-токсикологическая оценка кормов из РСО – Алания // Ветеринарный врач. – 2017. – № 3. – С. 39-43.
3. Муковоз П.П., Глинушкин А.П., Степанова Е.В. и др. Моделирование процессов разрушения клеточных покровов плесневых грибов азаетероциклическими структурами // Агрохимия. – 2025. – № 12. – С. 18-26.
4. Муковоз П.П., Пешков С.А., Левенец Т.В. и др. Инновационные способы подавления микозов растений: подходы, решения, перспективы // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 12. – С. 19-27.
5. Трмасов М.Я., Матросова Л.Е., Тарасова Е.Ю. Опыт применения пробиотика при микотоксикозах // Вестник ветеринарии. – 2009. – № 3 (50). – С. 38-41.
6. Mirzakimov U.Zh., Farhadian A., Semenov M.E. et al. Enhanced methane storage capacity in clathrate hydrate induced by novel biosurfactants: Kinetics, stability, in vivo, and biodegradation investigations // Journal of Energy Storage. – 2023. – Vol. 73. – P. 108802.

7. Самсонов А.И., Мишина Н.Н., Нестерова И.А. и др. Влияние различных концентраций фузариотоксинов на жизнеспособность клеток линии MDBK // Ветеринарный врач. – 2025. – № 4. – С. 50-56.
8. Мишина Н.Н., Семенов Э.И., Валиев А.Р. и др. Анализ адаптационного резерва клеточного и гуморального звеньев неспецифического иммунитета при лечении Т-2 токсикоза белых крыс // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 2. – С. 105-119.
9. Самсонов А.И., Семенов Э.И., Нестерова И.А. и др. Влияние микотоксинов Т-2 токсина и дезоксиниваленола на продукцию провоспалительного цитокина IL-6 в модели культур клеток печени // Проблемы медицинской микологии. – 2025. – Т. 27. – № 2. – С. 245.
10. Валидов Ш.З., Дегтярева И.А., Шульга Е.Ю. и др. Селекция микроорганизмов - агентов биологической защиты растений. – Казань: Логос-Пресс, 2024. – 164 с.
11. Мифтахов А.К., Фукалова А.А., Валидов Ш.З. Анализ уровня экспрессии гена rsfS как фактора гибернации в ходе роста культуры *Pseudomonas putida* PCL1760 // Биологические препараты и приемы биологизации в современном земледелии: сб. науч. тр. по материалам I Междунар. науч.-практ. конф., Казань, 23–24 нояб. 2023 г. – Казань, 2023. – С. 148-153.

<https://doi.org/10.26898/2026-115>
УДК 502.3:502.5:338.2:339.92

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС СТРАН АФРИКИ В СОСТАВЕ БРИКС

Гаврилова Н.Г., канд. экон. наук, н.с.
Институт Африки РАН, Москва, Россия
e-mail: ninagavrilova1976@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются экологические проблемы, стоящие перед странами Африки, связанными с объединением БРИКС (Эфиопия, Египет, ЮАР, Нигерия и Уганда). Проанализированы ключевые проблемы, включающие масштабное обезлесение, дефицит водных ресурсов, деградацию почв и утрату биоразнообразия, которые усугубляются быстрым ростом численности населения, энергетической бедностью и в некоторых случаях перерастают в социально-политические конфликты. Внимание уделяется несоответствию между природно-аграрным потенциалом и растущим уровнем продовольственной недостаточности континента. Исследование показывает, что в рамках БРИКС все перечисленные проблемы рассматриваются комплексно через призму «справедливого перехода»: сочетания климатического финансирования, обмена технологиями и поддержки экономического развития.

Ключевые слова: БРИКС, Африка, экологические вызовы, обезлесение, водный дефицит, устойчивое развитие, справедливый переход, продовольственная безопасность

В условиях формирования нового, многополярного мира повышается значимость стран Глобального Юга. Расширенное объединение БРИКС уже охватывает 42% населения планеты и около трети мировой территории. Недавно в состав вошли такие страны, как Египет и Эфиопия, а статус стран-партнеров получили Нигерия и Уганда. Таким образом, участниками экономического блока стали ключевые представители субрегионов континента – Северной, Восточной, Западной и Южной Африки.

Африка сталкивается с наиболее острыми проявлениями климатического кризиса: опустыниванием, дефицитом водных ресурсов, потерей биоразнообразия, и ее экологическое

благополучие критически важно для всего мира. При этом континент обладает огромным аграрным и природным потенциалом. По статистике, Африка располагает более 60% мировых неосвоенных пахотных земель. Но она остается регионом, где число нуждающихся в пище людей неуклонно растет. Это противоречие – наличие ресурсов на фоне нарастающего кризиса – особенно ярко проявляется в ключевых странах, связанных с объединением БРИКС [1].

Экологические проблемы в этих государствах носят системный и взаимосвязанный характер, и это продемонстрировано в таблице.

Ключевые экологические вызовы в странах Африки, связанных с БРИКС

Страна/проблема	Опустынивание и деградация почв	Обезлесение	Дефицит водных ресурсов	Загрязнение почв и воды	Потеря биоразнообразия	Угроза морских катастроф и деградация побережья
Эфиопия (член)	+	+	+		+	
Египет (член)	+		+	+	+	+
ЮАР (член)	+		+	+	+	+
Нигерия (партнер)	+	+	+	+	+	+
Уганда (партнер)	+	+			+	
Алжир (член Банка БРИКС)	+		+		+	

Из таблицы видно, что вызовы несут угрозу устойчивому развитию и продовольственной безопасности не только отдельных стран, но и всего континента [2]. Одной из центральных проблем, напрямую связанных с сельским хозяйством, стало обезлесение.

Основным драйвером обезлесения во всех африканских странах, и в т.ч. относящихся к БРИКС, является быстрый демографический рост. Растущее население создает потребность в расширении аграрного производства. Так, по данным Всемирного банка, население Нигерии с 1960 г. выросло с 45 до 238 млн, Эфиопии – с 21 до 132 млн, ЮАР – с 16 до 64 млн, Уганды – с 7 до 50 млн человек. Расширение сельскохозяйственных угодий (под пашни и пастбища) происходит за счет вырубки лесов. Наиболее острая ситуация с обезлесением наблюдается в Уганде, где, по данным ФАО, с 1990 по 2025 г. площади лесов сократились почти на половину – с 4548 до 2367 тыс. га. В Нигерии за тот же период под вырубку попала пятая часть всех лесов, и наблюдаются самые большие абсолютные потери – почти 4,4 млн га (с 21 570 до 17 129 тыс. га). В Эфиопии темпы сокращения лесов составили 18% [3].

Вторым по значимости фактором, усугубляющим проблему обезлесения, является сохраняющаяся энергетическая бедность. По данным Международного энергетического агентства (International Energy Agency), около 600 млн человек (43% населения Африки) живут без доступа к электроэнергии, на страны Африки к югу от Сахары приходится 85% всех людей в мире, не имеющих доступа к электричеству. Вторым по значимости фактором обезлесения является зависимость африканских стран от древесины как основного источника энергии. Континент до сих пор испытывает энергетическую бедность, сельские районы оснащены электричеством частично либо оно отсутствует совсем. Единственным выбором в этой ситуации для населения остается использование древесины и древесного угля и для обогрева, и для приготовления пищи. Надо отметить, что эта зависимость становится вопросом выживания для населения, попавшего в зоны конфликтов (например, в Эфиопии и Нигерии) [4].

Таким образом, обезлесение выступает не просто локальной проблемой, а центром образования экологических катастроф, подрывающих основы жизни населения. Обезлесение

не только уничтожает уникальный тропический лес, оно запускает целый ряд экологических катастроф. После вырубки начинается эрозия почв, плодородный слой, ранее удерживаемый корнями деревьев, смывается. Почвы деградируют, увеличивается скорость опустынивания. Леса регулируют водный баланс. Их исчезновение приводит к пересыханию мелких источников, уменьшению количества осадков, усилению засух [5]. Это касается всех перечисленных стран, и особенно проявляется в засушливых регионах. Массовое уничтожение лесов является ключевым фактором потери биоразнообразия на континенте и напрямую подрывает экономическую безопасность стран, зависящих от ископаемых ресурсов и сельского хозяйства [6].

Дефицит водных ресурсов представляет собой не менее значимую угрозу, чем обезлесение, и напрямую определяет состояние продовольственной безопасности и социально-политическую стабильность всей Африки [7]. Водный кризис в регионе БВСА (к которым относятся Египет и Алжир) достиг тревожного уровня: запасы пресной воды в расчете на душу населения составляют всего 1/6 от мирового показателя и продолжают сокращаться из-за изменения климата, конфликтов и чрезмерного потребления. В ЮАР дефицит воды может достичь 17% к 2030 г., и это провоцируется ее нерациональным потреблением. Именно вода, а не нехватка земли, является главным препятствием к реализации аграрного потенциала континента [8].

Острый дефицит трансформируется в источник конфликтов, как локальных, так и геополитических [9]. Нехватка воды обостряет напряженность: в Эфиопии засушливые месяцы отличаются более высокой конфликтностью, наблюдаются межэтнические столкновения, связанные с доступом к источникам воды. На геополитическом уровне ярким примером служит продолжительный спор между Египтом и Эфиопией из-за строительства Великой плотины «Возрождение» (Grand Ethiopian Renaissance Dam) на Ниле. Египет, который на 90% зависит от реки в своем водоснабжении, рассматривает этот проект как угрозу своей национальной безопасности, а Эфиопия видит в нем основу для собственного развития. Конфликт показывает, что неспособность решить проблемы нехватки воды подрывает средства к существованию, ограничивает возможности устойчивого сельского хозяйства и угрожает миру и стабильности [10].

В сложившейся сложной ситуации подход объединения БРИКС, в состав которых вошли весомые водные государства, предлагает выход. Объединение рассматривает воду как общее право человека и экологический ресурс, предлагая суверенные решения и совместные инфраструктурные проекты, например финансирование ирригационных систем через Новый банк развития. Сочетание масштабных инвестиций с внедрением водосберегающих технологий могут стать основой для решения самых острых экологических вызовов африканских стран-участниц блока.

Одной из центральных повесток БРИКС на 2025-2026 гг. стала экологическая, где проблемы рассматриваются не только как климатическая угроза, но и как вопрос социальной справедливости, экономического роста и права государств на развитие. На саммите в Рио-де-Жанейро в июле 2025 г. была принята Рамочная декларация лидеров БРИКС по климатическому финансированию до 300 млрд долл. США ежегодно до 2035 года на реализацию проектов по адаптации к изменению климата.

Совместный план, утвержденный министрами экологии БРИКС в 2025 г., включил следующие экологические приоритеты:

- 1) борьбу с опустыниванием и деградации земель через обмен технологиями восстановления почв;
- 2) управление водными ресурсами через проекты по сохранению экосистем рек и озер;
- 3) борьбу с загрязнением, включая пластиковые отходы.

Ключевым элементом подхода БРИКС стала философия развития «Справедливый переход», согласно которому экологические ограничения не должны тормозить

индустриализацию и энергетическое развитие континента. Объединение отстаивает право африканских стран использовать свои ископаемые ресурсы для ликвидации энергетической бедности и поддерживает принцип «Африканские решения для африканских проблем», при котором экологические стандарты для континента не должны быть скопированы с подобных политик развитых стран. «Справедливый переход» должен стать постепенным: БРИКС предлагает не игнорировать экологию, а идти альтернативным путем – осуществлять технологический обмен вместо введения санкций.

Таким образом, экологические вызовы, стоящие перед африканскими странами – от масштабного обезлесения и водного кризиса до потери биоразнообразия – требуют неотложных комплексных решений. Объединение БРИКС, поддерживая «справедливый переход», предлагает финансирование климатических проектов и совместные технологические обмены. Это позволит странам континента совместить задачи экологической адаптации, обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого экономического роста с суверенным развитием Глобального Юга.

Список литературы

1. Абрамова И.О., Аду А.Н., Анише Т.Э. и др. Укрепление суверенитета стран Африки в контексте формирования многополярного мира. – М.: Ин-т Африки РАН, 2025. – 492 с.
2. Гаврилова Н.Г. Климатическая несправедливость: аграрный коллапс Африки как глобальный системный риск // Никоновские чтения. – 2025. – № 30. – С. 326-330.
3. Гаврилова Н.Г., Мухаметзянов Р.Р. Деградация земель в макрорегионах мира и ее основные причины в Африке // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2024. – № 11. – С. 102-109.
4. Костелянец С.В. Конфликты в Африке: причины, генезис и проблемы урегулирования (этнополитические и социальные аспекты) // Восток: афро-азиатские общества: история и современность. – 2014. – № 4. – С. 196-202.
5. Гаврилова Н.Г. Состояние и перспективы продовольственной безопасности в странах Западной Африки в условиях деградации сельскохозяйственных земель // International Agricultural Journal. – 2024. – Т. 67. – № 3.
6. Морозенская Е.В., Гаврилова Н.Г., Калиниченко Л.Н. Экономическая безопасность в странах Африки к югу от Сахары: возможные пути преодоления новых вызовов // Ученые записки Института Африки РАН. – 2024. – № 2 (67). – С. 82-101.
7. Гришина Н.В., Калиниченко Л.Н. Экосистемы крупных рек Западной Африки: проблемы рационального использования в целях социально-экономического развития // Азия и Африка сегодня. – 2024. – № 10. – С. 49-57.
8. Гаврилова Н.Г. Климатические и биологические риски в Африке: цифровые инструменты управления // Страховое право. – 2021. – № 2 (91). – С. 16-19.
9. Денисова Т.С., Костелянец С.В. Бассейн реки Замбези: проблемы трансграничного управления водными ресурсами // Мировая экономика и международные отношения. – 2025. – Т. 69. – № 11. – С. 96-107.
10. Денисова Т.С., Костелянец С.В. Дефицит воды как фактор конфликтогенности и трансформаций в региональной политике Республики Судан // Азия и Африка сегодня. – 2025. – № 11. – С. 24-34.

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

**Ганиев И.М., канд. биол. наук, в.н.с.,
Зверева Л.Н., м.н.с.,
Валиуллин Л.Р., канд. биол. наук, в.н.с.,
Гайнуллин Р.Р., канд. биол. наук, с.н.с.**

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия
e-mail: ilnurgm-vgora@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме загрязнения водных ресурсов отработанными автомобильными смазочными материалами и исследует эффективность биоремедиации как способа устранения этих загрязнений. Подробно рассматриваются свойства отработанных смазочных моторных масел, содержащиеся в них опасные вещества, механизмы биodeградации, а также роль микроорганизмов в переработке нефтепродуктов. Предложено использование специальных консорциумов углеводородокисляющих микроорганизмов, демонстрирующих высокий уровень разложения токсичных компонентов, что подтверждено результатами лабораторных испытаний. Цель исследования заключается в выявлении оптимальных условий и подборе соответствующих микроорганизмов для максимального снижения концентрации загрязнений в сточных водах. В ходе экспериментов показано, что комплекс из девяти штаммов микроорганизмов обеспечивает более эффективное удаление загрязнений по сравнению с меньшими группами. Подтверждено, что успех процесса зависит от ряда факторов, включая температуру, pH среды и наличие питательных веществ. Полученные данные свидетельствуют о высокой перспективности технологии биоремедиации для защиты окружающей среды от негативных последствий эксплуатации автотранспорта и индустриального сектора.

Ключевые слова: биоремедиация, сточные воды, отработанные масла, биodeградация, микроорганизмы, очистка

Введение. Проблема загрязнения водных ресурсов становится всё более острой в современном мире. Практически все токсичные соединения, возникающие в результате человеческой деятельности, рано или поздно оказываются в водных объектах. Особенно остро эта проблема проявляется в связи с распространённостью автомобильного транспорта и промышленной деятельностью, поскольку одним из основных источников загрязнения является отработанные смазочные материалы [1].

Отработанные моторные масла содержат широкий спектр опасных веществ, среди которых выделяются полициклические ароматические углеводороды, тяжёлые металлы и прочие потенциально токсичные элементы [2]. Такие загрязнения наносят серьёзный ущерб почве, воде и атмосфере, представляя прямую опасность для здоровья живых существ и целых экосистем [2, 3]. Поэтому утилизация отработанных смазочных масел приобретает особое значение не только с точки зрения экологии, но и экономики [3].

Несмотря на известные способы механической и физической очистки сточных вод, основным направлением современных исследований остаётся разработка экологически безопасных и экономически выгодных технологий очистки. Среди таких методов особенно выделяется биоремедиация – естественный процесс, основанный на способности некоторых микроорганизмов разлагать вредные органические соединения [4, 6, 7].

Использование биоремедиации даёт возможность эффективно бороться с загрязнениями, активируя природные механизмы очищения окружающей среды. Гетеротрофные микроорганизмы, такие как бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы и дрожжи, способны превращать вредные вещества в менее токсичные или даже безвредные формы [5, 7, 8]. Благодаря своей универсальности и относительно низкой стоимости этот метод представляется весьма привлекательным для масштабного применения в промышленных целях.

Настоящее исследование посвящено изучению потенциала биоремедиации в качестве средства для удаления масляных загрязнений из сточных вод. *Основная цель исследования* состоит в выяснении эффективности различных консорциумов микроорганизмов в очистке и разработке рекомендаций по улучшению существующих методик биологической очистки сточных вод.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования выступали отработанные смазочные моторные масла двух видов:

- Полусинтетическое моторное масло для дизельных двигателей марки Shell Helix HX7 Diesel 10W-40.

- Минеральное трансмиссионное масло для автоматических и механических коробок передач легковых автомобилей и лёгких грузовиков марки Mobil ATF 220 Premium Automatic.

Сточные воды искусственно загрязнялись этими маслами в следующих концентрациях: 90 ± 6 , 400 ± 6 и 1000 ± 6 мг/дм³. Эксперименты проводились при комнатной температуре (+17...+21 °C) в течение 14 дней, каждый вариант опыта дублировали трижды для обеспечения надёжности результатов.

Для проверки способностей микроорганизмов к биологическому разложению углеводов использовали два типа консорциумов из углеводородокисляющих микроорганизмов:

1. Консорциум № 1 (три вида): представители родов *Micrococcus*, *Pseudomonas* и *Rhodococcus*.

2. Консорциум № 2 (девять видов): представители родов *Alcaligenes* (1 штамм), *Bacillus* (1 штамм), *Clostridium* (1 штамм), *Flavobacterium* (1 штамм), *Micrococcus* (1 штамм), *Brevibacterium* (2 штамма) и *Pseudomonas* (2 штамма).

Все выбранные микроорганизмы характеризовались высокими возможностями по окислению и утилизации разнообразного спектра органических соединений. Они обладали культурой морфологически отличимых форм: как грамположительных, так и грамотрицательных, подвижных и неподвижных, аэробных и факультативно-анаэробных.

Разведения микроорганизмов производились в условиях периодического культивирования на твёрдых и жидких питательных средах при температуре +20...+26 °C. Культура испытывалась на стабильных средах с добавлением минеральных солей и источником углерода – отработанные смазочные моторные масла.

Определение степени биodeградации проводилось традиционными микробиологическими и химическими методами [9, 10], а определение концентрации загрязнений осуществлялось методами ИК-спектроскопии и хроматографии.

Статистический анализ собранных данных выполнен с помощью программы Microsoft Office 2010 (Excel) с использованием инструмента «Анализ данных». Достоверность разницы между различными сериями измерений проверялась с помощью t-критерия Стьюдента при уровне доверия 95 %.

Результаты исследований. Проведённые лабораторные испытания показали эффективность биологической очистки искусственных сточных вод, загрязнённых отработанными смазочными моторными маслами различного химического состава. Химико-физические показатели исследуемых образцов находились в следующем диапазоне: температура (T°) – от 18 до 23 °C, показатель pH – от 6,2 до 8,3, содержание растворённого

кислорода – от 1,4 до 2,8 мг/дм³, химическая потребность в кислороде (ХПК) – от 510 до 1320 мг/дм³, аммонийный азот (NH₄⁺) – от 0,2 до 1,5 мг/дм³, нитриты (NO₂⁻) – от 5,2 до 34 мг/дм³, нитраты (NO₃⁻) – от 3,4 до 41,6 мг/дм³, сульфаты (SO₄²⁻) – от 18 до 53 мг/дм³.

Уже на вторые-третьи сутки отмечалось увеличение мутности сточных вод, которое нарастало до пятого-шестого дня. Зафиксировано постепенное осветление слоя нефтяной плёнки на поверхности жидкости. Масляная плёнка полусинтетического масла Shell Helix HX7 Diesel 10W-40 меняла цвет со светло-серого на светло-розовый оттенок, а минерального масла Mobil ATF 220 Premium Automatic – со светло-серого на серый. Одновременно наблюдали фрагментацию и последующее осаждение отдельных частей плёнки, что приводило к быстрому снижению уровня первоначального загрязнения воды.

Освобождение поверхности воды от нефтяной плёнки завершалось за промежуток времени от восьми до четырнадцати суток, причём интенсивность очистки зависела от природы самих масел и исходной численности углеводородокисляющих микроорганизмов. Полное устранение загрязнений достигло почти 80 % общей площади поверхности.

Экспериментально доказано, что консорциум из девяти штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов обладает большей эффективностью очистки сточных вод от полусинтетических и минеральных масел по сравнению с консорциумом из трёх штаммов. Степень деградации загрязнителя достигала 68-75 % при участии комплекса из девяти штаммов и 41-52 % при работе группы из трёх штаммов. Контрольные пробы, не заражённые микроорганизмами, демонстрировали ничтожную эффективность очистки (не более 17 %).

Оптимальная численность микроорганизмов для достижения наилучшего результата составила примерно 102×106-106×106 кл/см³. Дополнительно установлено, что уровень биodeградации зависел от нескольких ключевых факторов: температуры среды, кислотности раствора (pH) и доступности элементов питания, необходимых для активного метаболизма микроорганизмов.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают перспективность применения биоремедиации для эффективной очистки сточных вод, содержащих нефтяные загрязнения. Установлена прямая связь между составом используемых консорциумов микроорганизмов и скоростью удаления нефтепродуктов из воды. Наибольшую эффективность показали комплексы из большего числа видов микроорганизмов, способные активно перерабатывать широкий спектр углеводов, содержащихся в отработанном масле.

Тем не менее высокая эффективность очистки обусловлена не только видовым составом микроорганизмов, но и внешними условиями среды обитания. Важно контролировать такие параметры, как температура, кислотность и снабжение бактериями необходимым количеством минералов и питательных веществ. Эти факторы определяют физиологическую активность микроорганизмов и непосредственно влияют на итоговые результаты биodeградации.

Таким образом, проведённый эксперимент наглядно иллюстрирует значительные возможности биоремедиации в ликвидации нефтесодержащих загрязнений сточных вод и подтверждает необходимость дальнейшего развития технологий биологической очистки, учитывающих указанные закономерности.

Заключение. Проведённые исследования подтвердили высокую эффективность биологической очистки сточных вод, загрязнённых отработанными смазочными моторными маслами. Лабораторные испытания продемонстрировали заметное улучшение состояния искусственно созданных сточных вод за счёт активности углеводородокисляющих микроорганизмов, где многокомпонентный консорциум из девяти штаммов оказался значительно эффективнее, чем составы из трёх штаммов.

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.П. Калиниченко (сотруднику ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитических экспериментах.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта на государственную поддержку научных исследований и разработок в области агропромышленного комплекса № 90-2025-012986.

Список литературы

1. Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Семенищев В.С., Никифоров С.В. Экологические основы охраны водных ресурсов: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 192 с.
2. Морозов Н.В., Иванов А.В., Ганиев И.М., Туйматова Е.Л. Полусинтетические и синтетические масла и их утилизация отселектированными нефтеокисляющими микроорганизмами // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы VII Моск. междунар. конгр. – М., 2013. – Т. 2. – С. 248–250.
3. Морозов Н.В., Морозов В.Н., Ганиев И.М. Ресурсосберегающая биотехнология глубокой биодеструкции смазочных масел в сточных водах предприятий и сельскохозяйственных объектов // Биотехнология. Взгляд в будущее: материалы III Междунар. научн.-интернет конф. – М., 2014. – Т. 2. – С. 18–20.
4. Морозов Н.В., Ганиев И.М., Морозов В.Н., Петров З.С. Смазочные моторные масла и их утилизация нефтеокисляющими микроорганизмами // Биотехнология: состояние и перспективы развития: VIII Междунар. моск. конгр. – М., 2015. – Ч. 2. – С. 111–113.
5. Morozov N.V., Ganiev I.M. Microbiological removal of engine oils from natural water using plant-derived sorbents // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – No. 5. – P. 1728–1735.
6. Ganiev I.M., Morozov N.V., Muhametzyanova A.S. Biodestruction of lubricated motor oils in sewage water with the use of pilot biological installation // Journal of Materials and Environmental Science. – 2019. – Vol. 10. – Iss. 6. – P. 526–532.
7. Морозов Н.В., Ганиев И.М. Технология биоочистки производственных сточных вод от отработанных смазочных (моторных) масел // Принципы экологии. – 2021. – № 2 (40). – С. 67–78.
8. Тимергазина И.Ф., Переходова Л.С. К проблеме биологического окисления нефти и нефтепродуктов углеводородокисляющими микроорганизмами // Нефтегазовая геология: теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 1. – С. 15.
9. Лурье Ю.Ю., Рыбников А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 336 с.
10. Теппер Е.З., Шильников В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-117>
УДК 631.432.26

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ В КОНТЕКСТЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Гюлалыев Ч., д-р аграр. наук, доцент, проф.

Институт географии, Баку, Азербайджанская Республика

Ленкоранский государственный университет, Ленкоран, Азербайджанская Республика

e-mail: ch_gulaliyev@yahoo.com

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к мониторингу и управлению почвенными экосистемами в контексте сохранения биоразнообразия и обеспечения устойчивого развития. Подчеркивается, что почвы являются не только основой

сельскохозяйственного производства, но и ключевым элементом глобальной биосферной стабильности, выполняя функции круговорота питательных веществ, накопления углерода, регулирования водного баланса и формирования среды обитания для живых организмов. Целью исследования является сравнительный анализ международных и национальных систем мониторинга почвенных экосистем и разработка концептуальных подходов, адаптированных к природным и социально-экономическим условиям Азербайджана. Методологической основой исследования послужили анализ и обобщение данных FAO, UNEP, Государственного комитета статистики Азербайджанской Республики. В работе применены сравнительный, системный и геоинформационный методы, позволившие оценить пространственное распределение процессов засоления и эрозии почв. Результаты исследования показали, что в Азербайджане ведущими факторами деградации почв являются засоление и эрозия, интенсивность которых существенно различается по регионам. Установлено, что существующие системы мониторинга во многих странах ориентированы преимущественно на отдельные физико-химические или биологические показатели и недостаточно учитывают их интеграцию с биоразнообразием. В статье предложена концепция «Почва – Биоразнообразие – Планетарная стабильность», рассматривающая почву как активный энерго-информационный компонент экосистем. Сделан вывод о необходимости формирования в Азербайджане единой национальной системы мониторинга почв, интегрированной с задачами охраны биоразнообразия и региональной экологической безопасности.

Ключевые слова: мониторинг почвенных экосистем, сохранение биоразнообразия, деградация почв, засоление, эрозия, планетарная стабильность

Введение. Почвенные экосистемы являются не только основой сельскохозяйственного производства, но и фундаментальными природными системами, играющими важную роль в поддержании глобальной экологической стабильности. Они выполняют ключевые функции в биосфере, включая регулирование круговорота питательных веществ и воды, участие в глобальном углеродном цикле и формирование среды обитания для организмов различных таксономических групп. Деградация почвенных экосистем приводит к снижению продуктивности, ухудшению почвенного плодородия, утрате биоразнообразия и нарушению экосистемных процессов, что позволяет рассматривать её не только как локальную или региональную проблему, но и как фактор риска для устойчивого развития. В этой связи мониторинг и научно обоснованное управление почвенными экосистемами являются важнейшими инструментами сохранения биоразнообразия и устойчивости экосистемных услуг.

Результаты почвенного мониторинга позволяют оценивать такие экосистемные услуги, как продовольственное обеспечение, накопление углерода, очистка воды и формирование экологических ниш, а также разрабатывать эффективные стратегии управления. Международный опыт показывает, что сохранение почвенного здоровья играет ключевую роль в достижении Целей устойчивого развития, в частности Цели 15 ООН («Сохранение экосистем суши») [1, 4], что требует рассмотрения почвоведения в контексте глобальной экологической стабильности. Подходы к мониторингу почвенных экосистем существенно различаются в разных регионах. В Европейском союзе реализуется институционально закреплённый мониторинг почвенного здоровья, включающий оценку содержания гумуса, тяжёлых металлов и состояния почвенной биоты [7]. В США мониторинг ориентирован на продуктивность и биологическую активность почв в рамках программ USDA и EPA [2]. В Китае приоритет отдан контролю загрязнения почв тяжёлыми металлами в условиях интенсивной урбанизации и сельского хозяйства [9]. В странах Африки широко применяются общественно-ориентированные подходы с участием местных сообществ [10]. В Азербайджане в рамках проектов FAO и UNEP используются ГИС-

технологии для картографирования процессов засоления и эрозии, что позволяет объективно оценивать состояние почвенных ресурсов и выявлять риски их деградации [3, 8].

Анализ международного опыта свидетельствует об отсутствии универсального подхода к мониторингу почвенных экосистем и о недостаточной интеграции биологических, физических и химических параметров почв во многих исследованиях. Для Азербайджана характерен дефицит систематизированных данных о почвенном биоразнообразии и комплексных оценок влияния деградационных процессов на экосистемы. В связи с этим данное исследование направлено на формирование научно адаптированной модели мониторинга почвенных экосистем для условий Азербайджана и обоснование взаимосвязей между почвой, биоразнообразием и устойчивым развитием.

Целью исследования является анализ подходов к мониторингу почвенных экосистем и разработка адаптированной для условий Азербайджана концептуальной модели в контексте сохранения биоразнообразия и устойчивого развития. Для достижения поставленной цели в работе предполагается решение следующих *задач*:

1. Оценить роль почвенных экосистем в сохранении биоразнообразия и экологической стабильности.
2. Проанализировать международный опыт мониторинга почвенных экосистем.
3. Оценить состояние почвенных ресурсов Азербайджана и обосновать необходимость комплексного подхода к их мониторингу.

Материалы и методы. Объектом исследования является сравнительный анализ международных и национальных подходов к мониторингу и управлению почвенными экосистемами. В работе рассматриваются практики почвенного мониторинга в Европейском союзе, США, Китае и отдельных странах Африки (Кения, Танзания), а также опыт Азербайджана в области ГИС-ориентированного картографирования процессов засоления и эрозии в рамках проектов FAO и UNEP.

Методология исследования основана на систематическом обзоре и сравнительном анализе нормативно-правовых документов, программ мониторинга и научных публикаций. В качестве источников использовались открытые базы данных FAO, UNEP и Государственного комитета статистики Азербайджанской Республики.

В работе применялось сочетание качественных и количественных методов анализа. Качественный анализ использовался для сопоставления институциональных механизмов и индикаторов мониторинга, количественный – для оценки состояния почв и факторов их деградации. Результаты были обобщены и представлены в виде таблиц и диаграмм.

Результаты исследований и их обсуждение. На начальном этапе планирования мероприятий по сохранению биоразнообразия ключевое значение имеет оценка экологического состояния территорий. Устойчивость экосистем определяется не только состоянием флоры и фауны, но в значительной степени зависит от почвенного покрова. Почвы выполняют важнейшие экосистемные функции, включая круговорот питательных веществ, секвестрацию углерода, регулирование водного баланса и формирование среды обитания для различных групп организмов. В этой связи деградация почвенных экосистем представляет собой прямую угрозу биоразнообразию и приводит к дестабилизации экологических систем.

Оценки, проведённые на территории Азербайджана, свидетельствуют о том, что деградация почв является одной из наиболее серьёзных экологических проблем, обусловленной эрозией, засолением, промышленным и бытовым загрязнением, а также антропогенными ландшафтными преобразованиями. Процентное распределение основных экологических проблем, влияющих на почвы Азербайджана, представлено на рис. 1, что позволяет наглядно выявить доминирующие факторы, определяющие устойчивость экосистем.

Как показано на рис. 1, распределение экологических проблем в почвах Азербайджана характеризуется выраженной неравномерностью. Наибольшая доля приходится на засоление

(40%), которое преимущественно распространено в пределах Кура-Араксинской низменности и Миль-Муганской равнины. В этих регионах интенсивное орошение, аридные климатические условия и недостаточная эффективность дренажных систем способствуют активной аккумуляции солей в почвенном профиле. Эрозия почв занимает второе место (30%) и широко распространена в предгорных и горных районах, особенно на склонах Большого и Малого Кавказа, где сочетание сложного рельефа, интенсивных осадков и нерационального землепользования ускоряет процессы почвенного смыва.

Загрязнение почв и общая деградация земель, каждая из которых составляет по 15%, преимущественно отмечаются в промышленных зонах, пригородных территориях и регионах с интенсивным сельскохозяйственным использованием. Эти формы деградации связаны с промышленными выбросами, неэффективным управлением отходами, чрезмерным применением агрохимикатов и длительным антропогенным воздействием на земельные ресурсы.

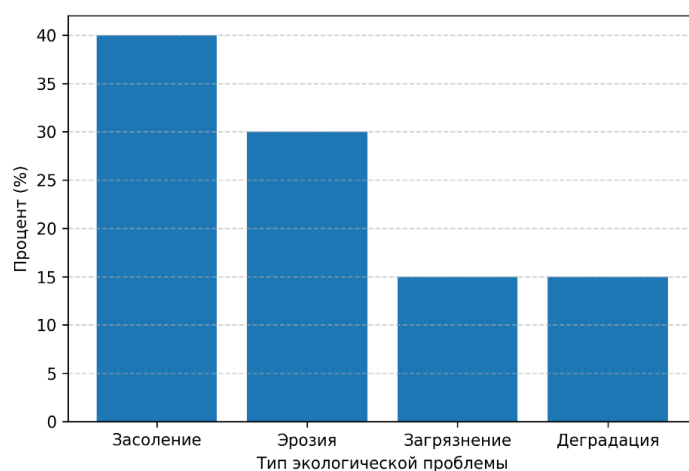


Рис. 1. Процентное распределение основных экологических проблем, затрагивающих почвы Азербайджана

Представленные показатели свидетельствуют о снижении уровня здоровья почвенных экосистем и подтверждают, что сохранение биоразнообразия в Азербайджане невозможно без комплексного решения почвенно-экологических проблем. Доминирование процессов засоления и эрозии подчёркивает необходимость приоритетного внедрения превентивных и восстановительных мер управления почвами, включая совершенствование ирригационных и дренажных систем, применение противоэрозионных мероприятий и интеграцию мониторинга почв в национальные программы сохранения биоразнообразия и планирования землепользования.

В данном контексте охрана почвенных экосистем является важнейшим условием поддержания экологической стабильности и долгосрочного сохранения биоразнообразия. Риски засоления и эрозии почв в отдельных регионах Азербайджана на основе статистических данных представлены на рис. 2.

Как показано на рис. 2, риски эрозии и засоления характеризуются выраженной пространственной дифференциацией по регионам Азербайджана. Наиболее высокие уровни риска зафиксированы в регионах Миль-Мугань и Ширван, где риск эрозии достигает 70%, а риск засоления – около 65%. Данные регионы отличаются широким распространением орошаемого земледелия, аридными и семиаридными климатическими условиями, а также высокой интенсивностью землепользования, что в совокупности усиливает процессы деградации почв.

В Ленкорань-Астаринском регионе уровни риска существенно ниже и составляют 40% для эрозии и 30% для засоления, что связано с более высоким количеством осадков, устойчивым растительным покровом и благоприятными почвенно-климатическими

условиями. В зоне Большого Кавказа отмечается стабильно высокий риск эрозии (60%), обусловленный крутыми склонами, сложным рельефом и активными геоморфологическими процессами, тогда как риск засоления остаётся относительно низким (20%) вследствие ограниченного орошения и эффективного естественного дренажа.

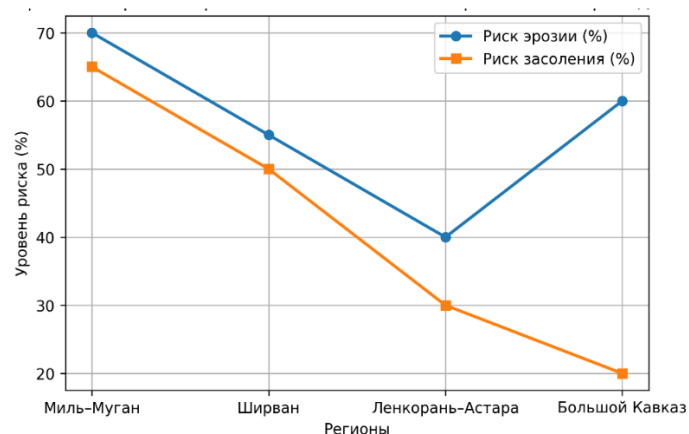


Рис. 2. Сравнение рисков эрозии и засоления в регионах Азербайджана, %

Полученные результаты подтверждают, что эрозионные процессы преобладают в горных и предгорных районах, тогда как засоление характерно преимущественно для равнинных и низменных территорий. Указанные региональные различия необходимо учитывать при разработке стратегий землепользования и природоохранных мероприятий.

Традиционно мониторинг деградации почв основывался преимущественно на анализе физических и химических свойств. Однако международный опыт показывает, что такие подходы являются недостаточными и требуют интеграции почвенных показателей с данными о растительном покрове, структуре землепользования и экологических условиях. В рамках данной интегративной концепции почвы рассматриваются как часть системы «почва – растительность – экосистема», что также отражено в современных подходах к мониторингу биоразнообразия.

Сравнение, представленное в таблице, демонстрирует существенные региональные различия в подходах к мониторингу почвенных экосистем, обусловленные институциональными, экологическими и социально-экономическими факторами. В европейских странах мониторинг основан на институционально-правовых механизмах и стандартизированных индикаторах, таких как содержание гумуса, концентрации тяжёлых металлов и общее состояние почвенного здоровья, и реализуется в рамках Закона о мониторинге почв и программы LUCAS.

Сравнение подходов к мониторингу почвенных экосистем в различных регионах

Регион/страна	Направление мониторинга	Технологии и подходы
Европейский союз	Содержание гумуса, тяжёлые металлы, здоровье почв	Закон о мониторинге почв, LUCAS
Соединённые Штаты Америки	Микробиологическая активность, показатели продуктивности	Программы USDA и EPA
Китай	Загрязнение тяжёлыми металлами и пестицидами	Национальные программы мониторинга
Африканские страны	Общественно-ориентированные методы, традиционные знания	Общественные (локальные) наблюдения
Азербайджан	Засоление, эрозия, ГИС-ориентированный мониторинг	Проекты FAO и UNEP, ГИС-технологии

В Соединённых Штатах Америки стратегии мониторинга почв преимущественно ориентированы на биологические показатели, включая микробиологическую активность и параметры продуктивности. Программы, реализуемые USDA и EPA, отражают экосистемно-ориентированный подход, в рамках которого биологическое функционирование почв рассматривается как ключевой фактор устойчивости землепользования.

В Китае мониторинг почв в основном сосредоточен на рисках загрязнения, прежде всего тяжёлыми металлами и остатками пестицидов, что обусловлено высокой нагрузкой, связанной с быстрой индустриализацией и интенсивным сельским хозяйством. В африканских странах мониторинг почвенных экосистем во многом базируется на общественно-ориентированных методах и традиционных знаниях, где партисипативные подходы играют важную роль в условиях ограниченной институциональной инфраструктуры.

В Азербайджане мониторинговые мероприятия в основном направлены на оценку процессов засоления и эрозии и их воздействия на биоразнообразие. ГИС-ориентированное картографирование, выполненное в рамках проектов FAO и UNEP, позволило пространственно идентифицировать очаги деградации и провести региональную оценку уязвимости почвенных экосистем.

Вместе с тем доминирование регионально-специфических приоритетов мониторинга сопряжено с рядом ограничений. В африканских регионах деградация почв может усиливать продовольственную нестабильность и социальные риски, в азиатских странах — снижать устойчивость агроэкосистем и оказывать влияние на глобальные продовольственные цепочки. В Европе и США растущая ориентация мониторинга на задачи углеродной нейтральности и климатической политики может приводить к недостаточной интеграции показателей биоразнообразия.

Для Азербайджана и Южного Кавказа характерна тесная взаимосвязь устойчивости региональных экосистем с трансграничными природными системами, прежде всего экологической цепью Арал – Каспий – Чёрное море. Это подчёркивает необходимость интеграции региональных систем мониторинга почв в более широкие международные экологические рамки.

Современные почвоведческие исследования преимущественно ориентированы на локальный и региональный уровни и фокусируются на процессах эрозии, засоления, накопления углерода и показателях продуктивности. Вместе с тем в более широком контексте мониторинг почв следует рассматривать не только как инструмент экологического управления, но и как элемент механизмов планетарной безопасности. В данной связи роль почвенных экосистем выходит за рамки традиционных экологических функций и становится важной составляющей глобальной системной стабильности.

Данный концептуальный подход может быть теоретически выражен следующим образом:

$$P_s = f(S_h, B_d, C_c, W_b),$$

где P_s обозначает индекс планетарной стабильности, S_h характеризует состояние (здоровье) почвы, B_d отражает интенсивность биоразнообразия, C_c обозначает углеродоёмкость почвы, а W_b характеризует регулирование водного баланса.

Почвы обладают не только химическими и физическими свойствами, но и выраженными волново-энергетическими характеристиками, включая теплопроводность, диэлектрическую проницаемость, электрическую проводимость, а также сопряжённые процессы переноса влаги и тепла. Наличие данных свойств позволяет предположить возможность резонансных взаимодействий почв с биологическими системами. В рамках таких взаимодействий почвенная среда может оказывать влияние на метаболические ритмы микроорганизмов, корневых систем растений и почвенной фауны, формируя контуры энерго-информационного обмена, последовательно проявляющиеся в виде: тепловые колебания → движение влаги → ионные потоки → фазы микробиологической активности.

Данное биофизическое взаимодействие может быть теоретически описано следующим образом:

$$R = f(\Delta T/\Delta z, \sigma, \varepsilon, N_b),$$

где R представляет собой коэффициент резонанса «почва – биоразнообразие», $\Delta T/\Delta z$ характеризует температурный градиент, σ обозначает электрическую проводимость почвы, ε соответствует диэлектрической проницаемости почвы, а N_b отражает интенсивность биологического разнообразия в почве. В рамках международных почвоведческих школ биофизические резонансные или волново-энергетические модели до настоящего времени не получили системного развития. В этой связи предложенная концепция может рассматриваться как новая и оригинальная научная составляющая, отражающая потенциальный вклад азербайджанской почвоведческой школы в развитие глобального теоретического дискурса.

С прикладной точки зрения, проведение сравнительных измерений электрической проводимости и тепловых свойств почв в различных почвенно-геосистемах Азербайджана (Миль-Муганская равнина, Большой Кавказ, Ленкоранский регион и др.) в сопоставлении с показателями биоразнообразия позволяет обосновать возможность разработки карт биофизического резонанса. Такие карты могут использоваться для выявления устойчивых и критических порогов функционирования экосистем и служить новым диагностическим инструментом оценки их уязвимости.

В природно-экологических условиях Азербайджана при мониторинге и управлении почвенными экосистемами целесообразно выделить следующие приоритетные направления:

- на национальном уровне – формирование интегрированной системы мониторинга почв, подкреплённой нормативно-правовой базой;
- внедрение биофизических показателей состояния почв в стратегии сохранения биоразнообразия и управления землепользованием;
- интеграция результатов почвенного мониторинга в региональные и трансграничные системы оценки экологической и биосферной безопасности.

Заключение. Теория «Почва – Биоразнообразие – Планетарная стабильность» предоставляет научно обоснованное представление о стратегической роли почв в поддержании глобальной устойчивости биосферы. Мониторинг почвенных экосистем не должен ограничиваться задачами сельскохозяйственного использования или экологического управления, а должен рассматриваться как важный элемент систем глобальной безопасности и устойчивого развития.

Предложенные концептуальные и методологические подходы расширяют теоретические основы почвоведения и создают предпосылки для интеграции мониторинга почв в более широкие оценки экологической и планетарной стабильности. Полученные результаты также подтверждают возможность внесения Азербайджаном самостоятельного концептуального и методологического вклада в международный научный дискурс, особенно в контексте анализа взаимосвязей между почвенными процессами, сохранением биоразнообразия и глобальными вызовами устойчивого развития.

Список литературы

1. Adhikari K., Hartemink A.E. Linking soils to ecosystem services: a global review // *Geoderma*. – 2016. – No. 262. – P. 101–111. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.08.009.
2. Bünemann E.K., Bongiorno G., Bai Z., Creamer R.E., De Deyn G., de Goede R., Brussaard L. Soil quality: a critical review // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2018. – No. 120. – P. 105–125. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.01.030.
3. FAO. Global Soil Partnership: State of knowledge of soil biodiversity. 2022. – URL: <https://www.fao.org/3/cb9449en/cb9449en.pdf>.

4. Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J., Tittonell P., Smith P., Cerdà A., Fresco L.O. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations SDGs // SOIL. - 2016. - Vol. 2 (2). - P. 111–128. DOI: 10.5194/soil-2-111-2016.
5. Panagos P., Standardi G., Borrelli P., Lugato E., Montanarella L., Bosello F. Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion // Land Degradation & Development. - 2018. - Vol. 29 (3). - P. 471–484. DOI: 10.1002/ldr.2879.
6. Smith P., Soussana J.-F., Angers D., Schipper L., Chenu C., Rasse D.P., Kuhnert M. How to measure, report and verify soil carbon change // Global Change Biology. - 2020. - Vol. 26 (1). - P. 219–241. DOI: 10.1111/gcb.14815.
7. Tóth G., Jones A., Montanarella L. The LUCAS topsoil survey: Monitoring European soil // SOIL. - 2020. - Vol. 6 (1). - P. 79–93. DOI: 10.5194/soil-6-79-2020.
8. UNEP. Beating soil pollution: What you can do. 2021. – URL: <https://www.unep.org/resources/beating-soil-pollution>.
9. Zhang H., Zhao Y., Xu J., Zhang W. Heavy metal pollution and soil health: a review // Frontiers in Environmental Science. - 2021. - No. 9. - P. 727962. DOI: 10.3389/fenvs.2021.727962.
10. Zdruli P. Land resources of the Mediterranean: Status, pressures, trends and impacts on future regional development // Land Degradation & Development. - 2021. - Vol. 32 (9). - P. 2385–2402. DOI: 10.1002/ldr.3892.

<https://doi.org/10.26898/2026-118>
УДК 069.8:57.045

БИОИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ: ГЕРМЕНЕВТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Даменова Ф.Г., магистрант,
Бектурова А.Ж., канд. биол. наук, ассоц. проф.**
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан
e-mail: farida.damenova.01@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к диагностике, профилактике и предотвращению биологических повреждений объектов культурного наследия, имеющих различную материальную природу. Сбор информации проводился методом литературной герменевтики с использованием научных статей, патентных баз данных и аналитических обзоров. На основе синтеза данных работ Gadd G.M. и др., Cappitelli F. и др., Крюкова А. и соавт., Ilies D.C. и др., Хмелевской И.А., Шишкина А.Ю., Жгуна А. и др., Хазовой С. и др., а также концептуальных исследований Шульгина А. были определены основные направления биоинженерной консервации. Обобщены и систематизированы методы инженерного обследования, микробиологической диагностики, молекулярного анализа и применения экологически безопасных фунгицидов. Сделан вывод о необходимости интеграции инженерных, биологических и гуманитарных знаний в рамках клирономического подхода.

Ключевые слова: культурное наследие, биоповреждения, микромицеты, герменевтика, биоинженерная консервация, клирономика

Введение. Сохранение культурного наследия является одной из ключевых задач современного общества и требует объединения усилий специалистов в области архитектуры,

реставрации, биологии, химии и гуманитарных наук. Биологические повреждения, вызванные деятельностью грибов, бактерий, лишайников и насекомых, остаются одним из наиболее опасных и трудно контролируемых видов деградации музейных и архитектурных объектов.

Исследования последних лет показывают, что микроорганизмы воздействуют практически на все виды материалов – от камня и металлов до тканей, бумаги и произведений живописи. Работы Фоминой М.А., Шишкина А.Ю., Бобира С.Ю. и других авторов свидетельствуют о том, что биологическая колонизация ускоряет физико-химическое разрушение строительных конструкций и в ряде случаев представляет угрозу для здоровья человека. При этом в музейной среде подобные процессы часто протекают скрыто, а визуальные признаки повреждений становятся заметны лишь на поздних стадиях [1–3].

Актуальность проблемы усиливается необходимостью экологизации реставрационных процессов. Традиционные биоцидные средства обладают токсичностью и создают риски для персонала и посетителей. Исследование, проведённое Ilies D.C. и коллективом авторов, показало перспективность применения эфирных масел в качестве биологически безопасной альтернативы синтетическим фунгицидам [4]. Работы Zhgun A. и соавт. доказывают, что методы микробиологического и молекулярного анализа позволяют выявлять даже скрытые формы микробных колоний на живописи, бумаге и текстиле [5].

Современные исследования подчёркивают, что именно грибная микрофлора является одним из наиболее универсальных и опасных агентов разрушения культурных артефактов. В работе Gadd G.M., Fomina M., Pinzari F. (2024) подробно рассмотрены механизмы адаптации и экстремофильности грибов, позволяющие микроорганизмам выживать на музейных и архитектурных материалах – от дерева и бумаги до камня и металла. Авторы показали, что микромицеты способны разрушать структуры как органического, так и неорганического происхождения, используя материалы памятников в качестве питательного субстрата, что делает их угрозой универсальной [6]. Таким образом, в научной среде формируется новое направление – биоинженерная консервация, объединяющая инженерные исследования, микробиологическую диагностику и экологически безопасные методы обработки, что актуализирует необходимость аналитического обобщения накопленного опыта.

Материалы и методы. Сбор и анализ информации осуществлялись с использованием метода литературной герменевтики, предполагающего интерпретацию научных текстов через контекст их возникновения и систему смысловых связей.

В качестве источников были использованы:

- рецензируемые статьи российских и зарубежных авторов, посвящённые проблематике биологических повреждений и консервации (Kryukov A. и др., Ilies D.C. и др., Zhgun A. и др., Хмелевская И.А., Фомина М.А., Шишкин А.Ю., Хазова С. и др.);
- аналитические обзоры и методические рекомендации в области музейной реставрации;
- данные патентных баз, включающие описания фунгицидных составов и методов микробиологического мониторинга.

Сопоставление источников проводилось по следующим критериям: тип исследуемого материала (архитектурные конструкции, текстиль, бумага, живопись), виды биологических агентов, применяемые методы диагностики и обработки, а также экологическая безопасность вмешательства.

Герменевтический подход позволил выявить повторяющиеся смысловые мотивы и концептуальные связи между различными научными дисциплинами – инженерией, микробиологией и гуманитарными науками (клирономикой, культурологией).

Результаты и обсуждение. Анализ литературы показал, что в настоящее время стратегии сохранения культурного наследия развиваются в направлении интеграции инженерных и биологических методов.

Работы Kryukov A. и коллектива авторов демонстрируют, что инженерное обследование конструкций позволяет выявлять не только механические деформации, но и потенциальные зоны микробного поражения [8]. В сочетании с микробиологическими исследованиями (Хмелевская И.А.) это создаёт предпосылки для ранней диагностики и профилактики разрушений [9].

Исследования Zhgun A. и соавторов раскрывают сложный микробиом темперной живописи и доказывают возможность присутствия активных микроорганизмов, способных вызывать биodeградацию связующих веществ даже в условиях контролируемого микроклимата [5]. Аналогично, Трепова Е.С. и соавт. выявили 24 вида микромицетов, повреждающих бумагу, и показали эффективность биоцидных составов Sanatex Universal и Rosima против грибов с целлюлозолитической активностью [11].

Результаты Pies D.C. и др. свидетельствуют о том, что эфирные масла лаванды, орегано, чайного дерева и мяты обладают выраженным противогрибковым действием и не оказывают негативного влияния на физические свойства тканей. Это открывает перспективы применения экологически безопасных средств в реставрационной практике [4].

Фомина М.А. и Шишкин А.Ю. акцентируют внимание на необходимости комплексной оценки факторов, способствующих развитию биоразрушения: влажности, вентиляции, состава материалов и атмосферного загрязнения. В их работах подчёркивается, что борьба с биологическими повреждениями невозможна без анализа среды существования памятника [1, 2].

Рассмотренные международные исследования дополняют выявленные тенденции рядом аспектов. В работе Gadd G.M. и соавт. (2024) показано, что многие грибные сообщества обладают высокой устойчивостью к изменениям температуры, влажности и освещённости, что требует постоянного мониторинга даже при нормативных условиях хранения. Авторы подчёркивают роль молекулярных и спектроскопических методов в раннем выявлении скрытых биологических повреждений [6].

В свою очередь, Cappitelli F. и др. (2020) предлагают классификацию методов антимикробного контроля – от применения наноматериалов и лазерной очистки до использования эфирных масел и ферментов. Особое внимание уделяется совместимости методов с основой артефактов и экологической безопасности, что полностью соответствует принципам устойчивой реставрации, закреплённым в концепции биоинженерной консервации [7].

Теоретические положения А. Shulgin по клирономике позволяют рассматривать биоинженерные методы не изолированно, а как часть философии устойчивого сохранения материальных и нематериальных ценностей, интегрированной в совокупность научных знаний о сохранении культурного наследия [10].

Синтез рассмотренных источников позволяет выделить основные принципы биоинженерной консервации: комплексная диагностика (инженерные исследования в сочетании с микробиологическим анализом); приоритет профилактических мер по отношению к реставрационному вмешательству; применение экологически безопасных и стандартизированных средств; мониторинг микроклимата и состояния материалов; междисциплинарный характер и опора на гуманитарные концепции в сфере сохранения наследия.

Проведённый анализ показывает, что биоинженерная консервация является научно и практически актуальным направлением в области сохранения культурного наследия. Объединяя инженерную диагностику и микробиологический контроль, она обеспечивает возможность долгосрочной защиты памятников и артефактов. Внедрение экологически

безопасных методов и формирование систем постоянного мониторинга рассматриваются как эффективные механизмы профилактики биологических повреждений.

Заключение. Результаты герменевтического анализа свидетельствуют о том, что современная практика сохранения культурного наследия постепенно переходит от разрозненных методов к системной биоинженерной модели. В её основе лежит сочетание инженерной диагностики, микробиологического контроля и стабилизации материалов с использованием экологически безопасных подходов.

Внедрение таких методов позволяет не только продлить срок существования памятников, но и сформировать новую философию реставрации, основанную на балансе научной рациональности, гуманитарных ценностей и принципов экологической ответственности. Таким образом, биоинженерная консервация может рассматриваться как практическая реализация идей клирономики – науки о сохранении культурного наследия в условиях биологических, климатических и антропогенных вызовов XXI в.

Список литературы

1. Фомина М.А. Факторы естественного разрушения объектов культурного наследия // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: технологии, инновации, достижения. – 2020. – С. 56-64.
2. Шишкин А.Ю. и др. Биоповреждения памятников культурного наследия федерального значения (Владимирская область). – 2023.
3. Бобир С. Мониторинг состояния памятников, подвергающихся биоразрушениям на мраморной скульптуре в Санкт-Петербурге // Геология, геоэкология, эволюционная география: коллектив. моногр. – 2020.
4. Ilies D.C. et al. Investigations of the surface of heritage objects and green bioremediation: case study of artefacts from Maramures, Romania // Appl. Sci. – 2021. – Vol. 11. – No. 14. – P. 6643.
5. Zhgun A. et al. Detection of potential biodeterioration risks for tempera painting in 16th century exhibits from State Tretyakov Gallery // PLoS One. – 2020. – Vol. 15. – No. 4. – P. e0230591.
6. Gadd G.M., Fomina M., Pinzari F. Fungal biodeterioration and preservation of cultural heritage, artwork, and historical artifacts: extremophily and adaptation // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 2024. – Vol. 88. – No. 1. – P. e00200-22.
7. Cappitelli F., Cattò C., Villa F. The control of cultural heritage microbial deterioration // Microorganisms. – 2020. – Vol. 8. – No. 10. – P. 1542.
8. Kryukov A. et al. Features of the Survey of the Technical Condition and Restoration of a Cultural Heritage Site from the Mid-19th Century // International Conference on Materials Physics, Building Structures & Technologies in Construction, Industrial and Production Engineering –MPCPE. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. – P. 145-155.
9. Хмелевская И.А. Микробиологические исследования объектов культурного наследия г. Пскова // Вестник Псковского государственного университета. Сер.: Естественные и физико-математические науки. – 2013. – № 2. – С. 53-75.
10. Shulgin A. The Relevance of Klironomy as a Complex of Scientific Knowledge of Cultural Heritage Preservation // Klironomy journal. – 2022. – No. 2. – P. 121-133.
11. Трепова Е.С., Хазова С.С. Новые биоциды в консервационной практике // Фотография. Изображение. Документ. – 2018. – № 8. – С. 54-58.

АЗОТФИКСИРУЮЩИЕ БАКТЕРИИ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ АЗОТА В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Достанбекова Н.К., магистрант

Научный руководитель – Салхожаева Г.М., канд. биол. наук, ассоц. проф.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

Астана, Республика Казахстан

e-mail: general.biotech2020@gmail.com

Аннотация. В статье представлен обзор современных исследований, посвящённых азотфиксирующим бактериям и процессу биологической фиксации азота в современном земледелии. Рассмотрены основные группы азотфиксирующих микроорганизмов, механизмы фиксации атмосферного азота, а также особенности их применения в сельском хозяйстве. Показано, что использование азотфиксирующих бактерий и микробных консорциумов способствует повышению плодородия почв, улучшению минерального питания растений и снижению потребности в минеральных азотных удобрениях. Обсуждены экологические и агрономические преимущества биологических методов обеспечения растений азотом, а также перспективы их внедрения в системы устойчивого земледелия.

Ключевые слова: азотфиксирующие бактерии, биологическая фиксация азота, биологические удобрения, микробные консорциумы, устойчивое земледелие

Введение. Азот является одним из ключевых элементов минерального питания растений и во многом определяет продуктивность сельскохозяйственных культур. Несмотря на высокое содержание молекулярного азота в атмосфере, большинство растений не способны усваивать его напрямую, что обуславливает широкое применение минеральных азотных удобрений в современном земледелии. Однако их интенсивное использование приводит к деградации почв, загрязнению водных экосистем, эмиссии парниковых газов и накоплению нитратов в сельскохозяйственной продукции.

В этих условиях особое значение приобретает биологическая фиксация азота – естественный процесс превращения атмосферного азота в формы, доступные для растений, осуществляемый азотфиксирующими микроорганизмами. Азотфиксирующие бактерии играют важную роль в круговороте азота и рассматриваются как перспективный инструмент повышения устойчивости агроэкосистем и снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В последние годы значительно возрос интерес к использованию азотфиксирующих бактерий и биологических удобрений на их основе в сельском хозяйстве. Применение микробных препаратов способствует улучшению питания растений, повышению плодородия почв и снижению потребности в минеральных удобрениях, что соответствует принципам устойчивого земледелия.

Целью настоящей обзорной статьи является анализ современных данных о биологической фиксации азота, характеристика основных групп азотфиксирующих бактерий, а также рассмотрение перспектив их практического применения в современном земледелии.

Материалы и методы. Настоящая работа выполнена в формате обзорной статьи и основана на анализе и систематизации современных научных публикаций, посвящённых азотфиксирующим бактериям и биологической фиксации азота в агроэкосистемах.

В качестве исходных материалов использованы научные статьи, обзорные работы и монографии, опубликованные в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях.

Поиск литературы осуществлялся в международных и национальных научных базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar, eLIBRARY.RU, а также в профильных агрономических и микробиологических журналах. В обзор включены публикации преимущественно за последние 5 лет, а также классические работы, имеющие фундаментальное значение для понимания процессов биологической фиксации азота.

В обзор включались исследования, соответствующие следующим критериям: наличие данных о биологической фиксации азота микроорганизмами; описание симбиотических, ассоциативных и свободноживущих азотфиксирующих бактерий; исследования по применению азотфиксирующих бактерий и их консорциумов в сельском хозяйстве; работы, содержащие количественные показатели влияния биопрепаратов на плодородие почвы и урожайность растений.

Из анализа исключались публикации с недостаточным экспериментальным обоснованием, дублирующие данные или не относящиеся напрямую к тематике исследования.

Результаты. Анализ литературных источников свидетельствует о высокой эффективности азотфиксирующих бактерий и их консорциумов в повышении плодородия почв, продуктивности сельскохозяйственных культур и снижении зависимости агроэкосистем от минеральных удобрений.

В обзоре Р.М. Консорциумова [1] показано, что почвенные и ризосферные бактерии, обладающие способностью к фиксации атмосферного азота, солубилизации фосфатов и синтезу сидерофоров, оказывают комплексное стимулирующее воздействие на рост растений. Использование бактериальных консорциумов позволяет повышать доступность азота, фосфора и железа для растений и одновременно снижать дозы вносимых минеральных удобрений, что соответствует принципам устойчивого земледелия и импортозамещения биопрепаратов.

Карашаевой А.С. [2] установлено, что микробные препараты на основе активных азотфиксирующих штаммов способствуют увеличению коэффициентов использования макро- и микроэлементов из почвы и удобрений, стимулируют рост и развитие растений, а также подавляют развитие фитопатогенных микроорганизмов, снижая поражаемость сельскохозяйственных культур болезнями.

Согласно данным Alomari S.M. et al. [3], азотфиксирующие бактерии родов *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Frankia* и *Azorhizobium* обеспечивают фиксацию атмосферного азота как в симбиотической, так и в свободноживущей форме. Отмечено, что ко-инокуляция азотфиксирующих бактерий с микоризными грибами и штаммами *Azospirillum* улучшает рост растений, структуру почвы и способствует восстановлению деградированных почв. Sharma P. et al. [4] показали, что азотфиксирующие прокариоты ежегодно обеспечивают глобальную фиксацию от 50 до 200 млн т азота, а способность к клубенькообразованию характерна примерно для 70 % бобовых растений. Основным ферментом процесса биологической фиксации азота является молибден-зависимая нитрогеназа. В работе de Lima J.D. et al. [5] отмечено значительное расширение таксономического разнообразия diaзотрофных бактерий, выявленных с использованием современных молекулярно-генетических методов. Показано, что многие новые штаммы эффективно применяются как в монокультуре, так и в составе микробных консорциумов, обеспечивая устойчивое повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Sharma C. et al. [6] установили, что азотфиксирующие бактерии (дiazотрофы) способны участвовать в биодegradации пестицидов, повышая устойчивость агроэкосистем к химической нагрузке и способствуя сохранению микробного разнообразия почв.

По данным Kawaka F. [7], применение современных таксономических и молекулярных методов идентификации позволяет отбирать высокоэффективные симбиотические штаммы азотфиксирующих бактерий, адаптированные к различным почвенно-климатическим условиям, что существенно повышает эффективность

биологической фиксации азота. Rana K.L. et al. [8] показали, что эндофитные азотфиксирующие бактерии родов *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Frankia*, *Rhizobium* и *Pseudomonas* повышают рост растений, урожайность и улучшают агроэкологическое состояние почв, играя важную роль в системах устойчивого земледелия.

Наиболее детальные количественные данные приведены в работе Goginyan V. et al. [9], где исследовался консорциум бактерий *Azotobacter chroococcum*, *Paenibacillus polymyxa*, *Rhizobium leguminosarum*, *Mesorhizobium ciceri* и *Bradyrhizobium japonicum*. Установлено увеличение содержания органического вещества в почве с 2,73 до 5,79 %. Содержание общего азота возросло в 2,38 раза, а минерализованной формы NO_3^- – в 3,0 раза. Подвижные формы нитратного азота достигли 71,9 мг-экв/100 г, а насыщение почвы молекулярным азотом составило 16,2 мг/100 г. Созревание урожая при использовании консорциума происходило на 12–20 дней раньше, чем в контрольных вариантах.

Заключение. Проведённый анализ литературных данных показывает, что азотфиксирующие бактерии играют ключевую роль в обеспечении растений доступными формами азота и являются важным компонентом устойчивых агроэкосистем. Биологическая фиксация азота рассматривается как эффективная и экологически безопасная альтернатива частичной замене минеральных азотных удобрений в современном земледелии.

Использование азотфиксирующих микроорганизмов, как в виде монопрепаратов, так и в составе микробных консорциумов, способствует повышению плодородия почв, улучшению минерального питания растений и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Совместное применение биопрепаратов с минеральными удобрениями позволяет снижать их дозы без потери продуктивности, уменьшая антропогенную нагрузку на агроэкосистемы.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются поиск и отбор высокоэффективных и адаптированных к почвенно-климатическим условиям штаммов азотфиксирующих бактерий, развитие микробных консорциумов и внедрение биотехнологических подходов для интеграции биологической фиксации азота в системы устойчивого земледелия.

Список литературы

1. Консорциумов Р.М. Биологическая активность почвенных бактерий, стимулирующих рост растений: фиксация азота, солубилизация фосфата, синтез сидерофоров. Перспективы разработки микробных консорциумов // Агрохимия. – 2024. – № 5. – С. 85-95.
2. Карашаева А.С. Использование микробиологических препаратов в современном земледелии // Современные проблемы и технологии в животноводстве. – 2024.
3. Alomari S.M. et al. Nitrogen-fixing Bacteria and their Applications in the Environment: a Review // International Journal of Medical and All Body Health Research. – 2024. – Vol. 5. – No. 4. – P. 178-187.
4. Sharma P. et al. Diversity and evolution of nitrogen fixing bacteria // Sustainable agriculture reviews 60: Microbial processes in agriculture. – 2023. – P. 95-120.
5. de Lima J. D. et al. Expanding agricultural potential through biological nitrogen fixation: Recent advances and diversity of diazotrophic bacteria // Australian Journal of Crop Science. – 2024. – Vol. 18. – No. 6. – P. 324-333.
6. Sharma C. et al. A review on ecology implications and pesticide degradation using nitrogen fixing bacteria under biotic and abiotic stress conditions // Chemistry and Ecology. – 2023. – Vol. 39. – No. 7. – P. 753-774.
7. Kawaka F. Characterization of symbiotic and nitrogen fixing bacteria // AMB Express. – 2022. – Vol. 12. – No. 1. – P. 99.
8. Rana K.L. et al. Endophytic nitrogen-fixing bacteria: Untapped treasurer for agricultural sustainability // J. Appl. Biol. Biotechnol. – 2023. – Vol. 11. – No. 2. – P. 75-93.

9. Goginyan V. et al. Effect of complex microbial preparation of free-living and symbiotic nitrogen-fixing bacteria for agricultural crops // Brazilian Journal of Biology. – 2025. – Vol. 85. – P. e292171.
10. Guo K. et al. Biological nitrogen fixation in cereal crops: Progress, strategies, and perspectives // Plant Communications. – 2023. – Vol. 4. – No. 2.

<https://doi.org/10.26898/2026-120>
УДК 619.615.9:632.95:641

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛОТИАНИДИНА НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ

Егоров В.И., канд. биол. наук, в.н.с.,

Ямалова Г.Р., н.с.,

Халикова К.Ф., канд. вет. наук, в.н.с.,

Галаяутдинова Г.Г., канд. биол. наук, в.н.с.,

Семенов Э.И., д-р вет. наук, г.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия

e-mail: vnivi@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования по изучению влияния пестицида клотианидина на организм белых крыс. Животные были разделены на 2 группы: первая группа служила биологическим контролем, вторая – получала пестицид клотианидин. В ходе эксперимента существенных изменений в клинической картине и поведении подопытных животных не отмечалось. Статистически значимых отличий динамики массы тела белых крыс на фоне воздействия клотианидина также не регистрировали. Однако отмечались достоверные отличия гематологических показателей при введении пестицида. По сравнению с контрольной группой, уровень эритроцитов снизился на 18,1 % ($p \leq 0,05$), лейкоцитов – на 22,0 % ($p \leq 0,05$), гемоглобина – на 19,7 % ($p \leq 0,05$), тромбоцитов – на 19,8 % ($p \leq 0,05$) и гематокрита – на 20,5 % ($p \leq 0,05$), что указывает на токсическое действие клотианидина на организм животных.

Ключевые слова: пестициды, неоникотиноиды, клотианидин, гематологические показатели

Использование пестицидов неизбежно в современном мире. С одной стороны, эти средства помогают обеспечивать продовольственную безопасность и повышать урожайность, а с другой – они могут нанести ущерб экологии и человеку. Вмешательство в неживые и живые элементы экосистемы может нарушить ее хрупкий баланс и целостность. Загрязнение почвы и водных ресурсов служит ярким примером такого нарушения. Пестициды, накапливаясь в почве, проникают в грунтовые воды и загрязняют поверхностные водоемы, что приводит к отравлению водных обитателей [1-3]. Однако в условиях современного земледелия применение этих препаратов часто является единственным способом получить достойный урожай, а порой даже спасти посадки от полного уничтожения. Применение химикатов требует внимательного и грамотного подхода, своевременного использования и строгого соблюдения рекомендаций производителя. В противном случае это может нанести серьезный урон биоразнообразию. Химикаты, предназначенные для борьбы с вредителями, могут негативно сказаться на нецелевых организмах, например, на полезных насекомых, пчелах и других опылителях. В результате может произойти снижение урожайности сельскохозяйственных культур [4, 5].

Влияние пестицидов на здоровье человека также является актуальной проблемой. Загрязнение продуктов питания остатками химикатов может привести к поступлению этих веществ в организм человека. Длительное и чрезмерное их воздействие способно вызвать различные заболевания, такие как рак, неврологические расстройства, нарушения эндокринной системы и аллергии [6, 7].

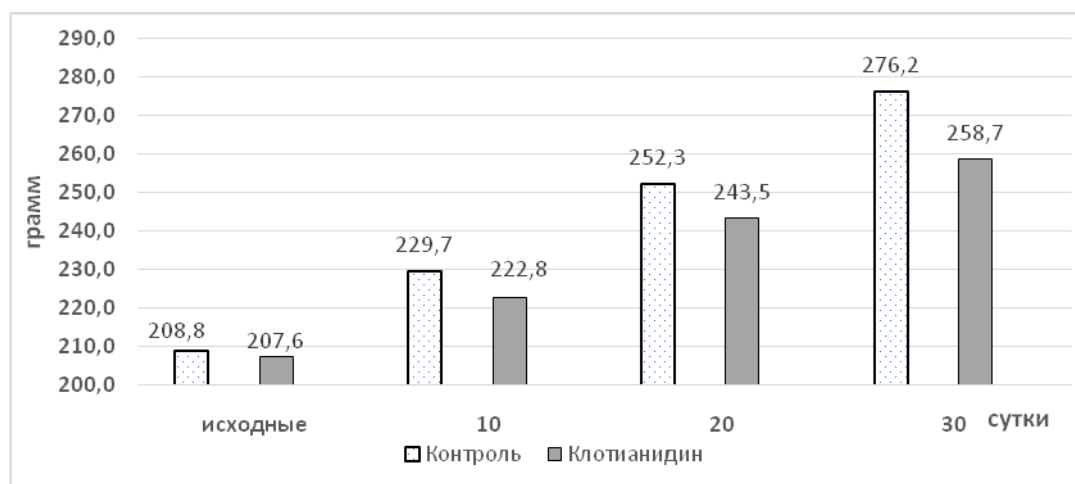
Исследования по изучению влияния пестицида клотианидина на организм животных проводили на белых крысах массой тела 200-220 г в течение 30 суток. Животные были разделены на 2 группы по 6 особей в каждой: первая группа служила биологическим контролем и получала обычный рацион, вторая – получала пестицид клотианидин. Клотианидин использовался в виде препарата «Клотиамет» (концентрация действующего вещества 500 г/л). Пестицид смешивали с основным рационом путем ступенчатого перемешивания с расчетом внесения 50 мг/кг массы тела животных (по действующему веществу).

Формирование экспериментальных групп осуществлялось по принципу аналогов, с учетом породы, возраста, пола и живой массы животных. Содержание животных осуществлялось в условиях вивария, где обеспечивался полный доступ к питьевой воде и сбалансированному корму. В ходе экспериментов проводился мониторинг клинического статуса животных, потребления корма и воды, а также динамики изменения массы тела. По завершению экспериментов у крыс проводилось взятие крови и вскрытие. Гематологический анализ проводился на автоматическом анализаторе «Mythic 18 Vet».

Обработку цифрового материала проводили методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту на персональном компьютере с использованием программ Excel.

В ходе эксперимента существенных изменений в клинической картине и поведении подопытных животных не отмечалось.

Изучение динамики массы тела белых крыс на фоне воздействия клотианидина представлено на рисунке.



Динамика массы тела белых крыс на фоне воздействия пестицидов (n = 6)

Из рисунка видно, что масса тела животных на 10-е сутки эксперимента между подопытными группами отличалась незначительно. К 20-м суткам живая масса белых крыс, получавших клотианидин, была ниже биологического контроля на 3,5 %, к 30-м – на 6,4%.

Результаты морфологических исследований крови белых крыс на фоне воздействия клотианидина представлены в таблице.

**Морфологические показатели крови белых крыс на фоне воздействия клотианидина
(n = 6; M ± m)**

Группа	Эритроциты, 10 ¹² /л	Лейкоциты, 10 ⁹ /л	Гемоглобин, г/л	Тромбоциты, 10 ⁹ /л	Гематокрит, %
1	7,18± ±0,19	7,65± ±0,20	148,5± ±3,83	573,0± ±14,76	46,8± ±1,20
2	5,88± ±0,15*	5,97± ±0,15*	119,3± ±3,01*	459,5± ±11,55*	37,2± ±0,92*

*p ≤ 0,05

Из данных таблицы видно, что введение клотианидина на протяжении 30 суток оказывает влияние на все гематологические показатели. По сравнению с контрольной группой, уровень эритроцитов снизился на 18,1 % (p ≤ 0,05), лейкоцитов – на 22,0 % (p ≤ 0,05), гемоглобина – на 19,7 % (p ≤ 0,05), тромбоцитов – на 19,8 % (p ≤ 0,05) и гематокрита – на 20,5 % (p ≤ 0,05).

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.П. Калиниченко (сотруднику ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитических экспериментах.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИИ).

Список литературы

1. Герунова Л.К. Способ оценки пусковых механизмов метаболических нарушений у животных при отравлении пестицидами // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Сер.: Ветеринария: сб. материалов по итогам науч.-исслед. деятельности. – Омск, 2024. – С. 890-891.
2. Апостолиди К.Ю., Чеходарили Ф.Н., Папуниди К.Х. и др. Санитарно-токсикологическая оценка кормов из РСО – Алания // Ветеринарный врач. – 2017. – № 3. – С. 39-43.
3. Егоров В.И., Халикова К.Ф., Ямалова Г.Р., Алеев Д.В. Изучение эффективности лечебных средств при отравлении белых крыс неоникотиноидным пестицидом // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2018. – № 1 (25). – С. 90-94.
4. Герунова Л.К. Способ оценки гематотоксического действия пестицидов // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Сер.: Ветеринария: сб. материалов по итогам науч.-исслед. деятельности. – Омск, 2024. – С. 870-871.
5. Губеева Е.Г., Халикова К.Ф., Алеев Д.В. и др. Изучение гистоструктуры печени цыплят-бройлеров при хронической интоксикации имидаклопридом на фоне применения сорбентов // Ветеринарный врач. – 2019. – № 1. – С. 8-12.
6. Алеев Д.В., Халикова К.Ф., Буркин К.Е. и др. Хроматографические методы определения пестицидов из группы неоникотиноидов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 237. – № 1. – С. 6-10.
7. Герунова Л.К., Герунов Т.В., Шитиков В.В., Тарасенко А.А. Фармакокоррекция иммунотоксического действия пестицидов // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Сер.: Ветеринария: сб. материалов по итогам науч.-исслед. деятельности. – Омск, 2021. – С. 1119-1120.

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ УГЛЕРОДА И АЗОТА ПРИ КОМПОСТИРОВАНИИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Ерошин А.И., н.с.,
Мусин Р.Р., канд. вет. наук, с.н.с.,
Бирюля В.В., канд. биол. наук, в.н.с.,
Гайнуллин Р.Р., канд. биол. наук, с.н.с.,
Валиуллин Л.Р., канд. биол. наук, в.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия
e-mail: erosartur@yandex.ru

Аннотация. Стремительное развитие интенсивного животноводства и птицеводства привело к увеличению выбросов аммиака и парниковых газов, а также к потерям питательных веществ при компостировании навоза, что подчеркивает необходимость разработки эффективных стратегий по снижению этих выбросов. Чтобы решить эту проблему, многие исследователи пытаются оптимизировать параметры процесса и добавлять различные добавки (например, физические, химические и микробиологические), чтобы сократить потери и повысить эффективность сохранения углерода и азота. В данной статье высказывается предположение о том, что для сокращения выбросов парниковых газов в глобальном масштабе необходима оценка полного цикла процесса компостирования. Предоставлена теоретическая база для будущих исследований в области компостирования, которые помогут усовершенствовать меры по сохранению углерода и азота.

Ключевые слова: экология, компостирование, углерод, азот, микроорганизмы, деструкция, биоудобрения, восстановление почвы

Компостирование в аэробных условиях считается эффективным способом утилизации побочных продуктов животноводства, включающим трансформацию органических веществ и уничтожение патогенных микроорганизмов и сорняков [1, 2]. Этот процесс считается важным вкладом в развитие сельского хозяйства замкнутого цикла, поскольку он позволяет стабилизировать побочные продукты и производить органические удобрения, которые можно использовать на сельскохозяйственных почвах как богатый источник доступных питательных веществ, в качестве среды для выращивания в беспочвенных культурах, а также в качестве кормовых добавок, например, в аквакультуре. Процесс компостирования включает в себя ряд сложных химических реакций и микробиологических преобразований. Эти процессы, которые изучаются уже много времени, включают гидролиз, протеолиз, аммонификацию, гумификацию, нитрификацию, минерализацию углерода. Именно поэтому компостирование можно рассматривать как совокупность этих процессов [3].

Аэробное компостирование все чаще предлагается в качестве низкоуглеродного способа утилизации отходов при условии оптимизации технологических условий. Однако в процессе компостирования выделяется значительное количество аммиака (NH_3) и парниковых газов (ПГ), в том числе закиси азота (N_2O), метана (CH_4) и углекислого газа (CO_2). Эти выбросы не только приводят к значительным потерям питательных веществ, особенно азота, но и способствуют загрязнению воздуха и изменению климата. На динамику выбросов при компостировании влияет множество физико-химических и биологических факторов, в том числе температура, влажность, аэрация и активность микроорганизмов [4-6].

При полном окислительном разложении углеродсодержащего органического вещества под действием микроорганизмов образуется CO_2 , а при неполном разложении в частично анаэробных условиях образуется CH_4 [7].

CH_4 вырабатывается метаногенами в строго анаэробных условиях и может улавливаться метанотрофами. Выделение CH_4 положительно коррелирует с содержанием органического вещества и температурой, особенно во время термофильной фазы компостирования из-за истощения запасов кислорода (O_2) и образования анаэробной зоны, вызванного высокой интенсивностью метаболической активности микроорганизмов. Микроорганизмы используют органическое вещество в качестве источника углерода для поддержания своей метаболической активности и превращают его в углеводы и CO_2 , при этом температура продолжает повышаться на протяжении всего процесса, а в результате быстрой биodeградации органических веществ образовывается анаэробная зона, способствующая росту метаногенов и выработке CH_4 [8, 9].

Выбросы CO_2 при компостировании происходят в основном за счет микробного дыхания, при котором источники углерода используются в качестве энергии для преобразования в CO_2 . Таким образом, выделение CO_2 можно использовать в качестве индикатора характерных параметров активности микроорганизмов и разложения органического вещества. Выделение CO_2 положительно коррелирует с температурой компостируемого материала, поскольку дыхание – это процесс аэробного метаболизма, а накопление тепла, вырабатываемого микроорганизмами (в процессе минерализации или метаболизма), повышает температуру компостируемого материала [7, 10].

Основные пути преобразования азота при аэробном компостировании включают аммонизацию, нитрификацию, денитрификацию и биологическую иммобилизацию.

Выбросы NH_3 в основном происходят в результате биоразложения азотсодержащих веществ, что является неизбежной проблемой при компостировании в течение длительного времени. Аммонизация (дезаминирование) – это процесс, при котором микроорганизмы разлагают органические соединения азота на NH_3 , включающий в себя два следующих процесса: 1) белок гидролизует до пептидов под действием микробной протеазы; 2) затем происходит дезаминирование, которое в первую очередь включает в себя расщепление аминокислот с образованием аммония (NH_4^+)/ NH_3 . Наиболее распространённым типом распада аминокислот является окислительное дезаминирование. NH_4^+ и NH_3 поддерживают химическое равновесие через $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в водной фазе. При высоком уровне pH и температуре равновесие смещается в сторону образования NH_3 , что приводит к выбросу NH_3 в атмосферу.

Нитрификация – важнейший этап, ускоряющий преобразование аммонийного азота в окисленный азот и снижающий улетучивание NH_3 . Аммоксигеназа – это первый и лимитирующий этап нитрификации, включающий в себя две реакции, в ходе которых $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ образует гидроксилламин с помощью монооксигеназы аммиака (МОА), а затем NO_2^- образуется под действием гидроксилламин оксидоредуктазы (ГО). NO_2^- окисляется до NO_3^- с помощью нитрит-оксидоредуктазы (Nxr). Поскольку нитрифицирующие микроорганизмы чувствительны к температуре, их рост подавляется высокой температурой при компостировании, поэтому нитрификация в термофильной фазе компостирования протекает слабо.

Денитрификация – это процесс, при котором микроорганизмы последовательно восстанавливают нитраты (NO_3^-) до двуокиси азота (NO_2^-), окиси азота (NO), N_2O и N_2 . В целом микробная денитрификация происходит в анаэробной микросреде при компостировании и включает в себя четыре ферментативные реакции восстановления, соответствующие следующим четырем редуктазам: нитратредуктазе (Nar), нитритредуктазе (Nir), оксидоредуктазе (Nor) и оксигеназе (Nos). Nir и Nos играют важную роль в денитрификации. Денитрификация состоит из четырех этапов восстановления: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$, которые катализируются бактериями Nar, Nir, Nor и Nos соответственно.

Биологическая иммобилизация – это процесс перехода от неорганических соединений азота к органическим. В процессе компостирования образуется микробный белок,

а микроорганизмы используют азот (поглощаемый неорганический азот) в качестве источника для синтеза белков [11].

Во многих исследованиях особое внимание уделяется различным способам сохранения углерода и азота при компостировании, в том числе добавлению материалов, инокуляции микроорганизмами, а также аэрации или переворачиванию компостной кучи [12, 13].

Было проведено множество исследований, посвященных увеличению количества углерод- и азотсодержащих газов и повышению эффективности компостирования, в том числе с использованием различных наполнителей (как органических, так и неорганических веществ), химических или минеральных добавок, а также абсорбирующих материалов [7].

Добавки способствуют уменьшению пустот между частицами компостируемых материалов и регулируют содержание влаги, соотношение углерода и азота и плотность компостных куч. Органические отходы могут улучшить физико-химические свойства компостной кучи, способствовать росту микроорганизмов, обогатить их сообщество и повысить эффективность компостирования [14]. Например, солома в качестве наполнителя создает пространство для частиц, обеспечивает доступ воздуха, улучшает аэробную среду и тем самым предотвращает денитрификацию и снижает выделение N_2O и CH_4 [15].

Созревание компоста – это управляемый микроорганизмами физиологический и биохимический процесс, в ходе которого компост минерализуется, разлагается и обезвреживается под воздействием микробного метаболизма, превращаясь в зрелую органическую подкормку. В этот период микроорганизмы разлагают органическое вещество и ускоряют круговорот веществ. При традиционном компостировании процесс ферментации занимает много времени, что приводит к потере питательных веществ и выбросам парниковых газов. Добавление микроорганизмов в процесс компостирования может компенсировать недостатки традиционного компостирования и повысить качество и эффективность компоста. За последние годы был достигнут значительный прогресс в изучении основных групп микроорганизмов, участвующих в процессе компостирования, и правил их последовательности, а также роли и функций экзогенных микроорганизмов, особенно в сохранении углерода и азота. Экзогенные микроорганизмы стали предметом многочисленных дискуссий благодаря их положительному влиянию на качество компоста и выбросы углерод- и азотсодержащих газов. Внесение микроорганизмов – интересная стратегия, которая считается экологичным и эффективным способом сохранения углерода и азота в процессе компостирования.

Помимо добавок, можно использовать физические методы контроля: аэрацию и переворачивание компостной кучи для снижения выбросов парниковых газов. Аэрация и переворачивание изменяют физико-химические свойства кучи, в том числе содержание кислорода, температуру (в основном за счет рассеивания тепла) и влажность. Кроме того, аэрация не только обеспечивает доступ кислорода, необходимого для метаболизма микроорганизмов, но и влияет на степень зрелости компоста. На стабильность компоста влияет интенсивность аэрации, которая зависит от активности микроорганизмов и может выражаться в преобразовании различных химических соединений в органическом веществе компоста. Выбросы парниковых газов тесно связаны с объемом аэрации, частотой аэрации, временем аэрации и частотой перемешивания [16].

Заключение. Не удалось найти ни одного решения для аэрации или добавки, которые позволили бы полностью сократить выбросы парниковых газов в процессе компостирования. Для достижения максимального эффекта требуется их комбинация. Сочетание аэрации, внесение органических отходов и функциональных микроорганизмов позволят лучше контролировать выделение парниковых газов при крупномасштабном компостировании в траншеях.

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.П. Калиниченко (сотруднику ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитике научных данных.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта на государственную поддержку научных исследований и разработок в области агропромышленного комплекса № 90-2025-012986.

Список литературы

1. Ерошин А.И., Идиятов И.И., Трemasова А.М. и др. Преобразование органических отходов в биоудобрения с помощью микроорганизмов // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сб. ст. XXIII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2025. – С. 56–62.
2. Liu N.H., Liao P., Zhang J.C. et al. Characteristics of denitrification genes and relevant enzyme activities in heavy-metal polluted soils remediated by biochar and compost // Science of the Total Environment. – 2020. – Vol. 739. – Art. 139987.
3. Cáceres R., Malińska K., Marfà O. Nitrification within composting: a review // Waste Management. – 2018. – Vol. 72. – P. 119–137.
4. Abbas R.I., Flayeh H.M. Aerobic composting of organic waste, alternative and an efficient solid waste management solution // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. – 2024. – Vol. 21. – Iss. 4. – P. 101–111.
5. Wojcieszak D., Zaborowicz M., Przybył J. et al. Assessment of the content of dry matter and dry organic matter in compost with neural modelling methods // Agriculture. – 2021. – Vol. 11. – Iss. 4. – Art. 307.
6. Onwosi C.O., Igbokwe V.C., Odimba J.N. et al. Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects // Journal of Environmental Management. – 2017. – Vol. 190. – P. 140–157.
7. Huang D., Gao L., Cheng M. et al. Carbon and N conservation during composting: a review // Science of The Total Environment. – 2022. – Vol. 840. – Art. 156355.
8. Ma S., Xiong J., Cui R. et al. Effects of intermittent aeration on greenhouse gas emissions and bacterial community succession during large-scale membrane-covered aerobic composting // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 266. – Art. 121551.
9. Zhou S., Li Y., Jia P. et al. The co-addition of biochar and manganese ore promotes nitrous oxide reduction but favors methane emission in sewage sludge composting // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Vol. 339. – Art. 130759.
10. Liu T., Awasthi M.K., Awasthi S.K. et al. Influence of fine coal gasification slag on greenhouse gases emission and volatile fatty acids during pig manure composting // Bioresource Technology. – 2020. – Vol. 316. – Art. 123915.
11. Shan G., Li W., Gao Y. et al. Additives for reducing nitrogen loss during composting: a review // Journal of Cleaner Production. – 2021. – Vol. 307. – Art. 127308.
12. Tang J., Li X., Cui P. et al. Nitrification plays a key role in N₂O emission in electric-field assisted aerobic composting // Bioresource Technology. – 2020. – Vol. 297. – Art. 122470.
13. Xu Z., Ma Y., Zhang L. et al. Relating bacterial dynamics and functions to gaseous emissions during composting of kitchen and garden wastes // Science of The Total Environment. – 2021. – Vol. 767. – Art. 144210.
14. Yang F., Li Y., Han Y. et al. Performance of mature compost to control gaseous emissions in kitchen waste composting // Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 657. – P. 262–269.
15. Li Y., Han Y., Zhang Y. et al. Factors affecting gaseous emissions, maturity, and energy efficiency in composting of livestock manure digestate // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 731. – Art. 139157.
16. Niyitanga E., Li D., Rajasekar A., Shen W. Mitigation of ammonia and greenhouse gas emissions during composting process with different mineral additives: a meta-analysis // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2026. – Vol. 14. – Iss. 1. – Art. 121080.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА ДЫМА ОТ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

**Илюшов Н.Я., канд. техн. наук,
Некрасов М.Ю., инженер**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: iljushovny@sfscs.ru

Аннотация. Одним из основных поражающих факторов природных пожаров является задымление местности, способное охватить огромные территории, находящиеся за тысячи километров от очага пожара. Размеры зоны задымления при природных пожарах зависят от площади самого пожара, мощности его тепловыделения, от скорости ветра и от степени вертикальной устойчивости атмосферы. Благодаря мощным тепловым потокам, образующимся над зоной горения, дым в зависимости от устойчивости атмосферы способен подниматься на сотни и тысячи метров. Причем, чем выше способны подняться частицы дыма, тем дальше силой ветра они будут унесены в горизонтальной плоскости и тем больше будет площадь задымления [1]. В данной статье предложена новая расчетная методика определения возможной высоты подъема частиц дыма в зависимости от степени вертикальной устойчивости атмосферы. Предложенный подход позволяет оценивать вертикальное распределение дымовых выбросов с учётом интенсивности пожара, стратификации атмосферы и скорости ветра. Методика объединяет эмпирические зависимости и физические модели, что обеспечивает более точное прогнозирование высоты подъёма дымового факела и последующего переноса аэрозольных частиц. Результаты могут быть использованы при моделировании распространения загрязняющих веществ, оценке воздействия природных пожаров на качество воздуха и климат, а также при разработке систем мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: природные пожары, дым, зона задымления, вертикальная устойчивость атмосферы, высота подъема

В последние годы из-за хозяйственной деятельности человека резко возросла частота возникновения природных пожаров и их масштабы и это не может не оказывать воздействие на биосферу. Высокие температуры, дым и токсичные продукты горения, содержащиеся в нем, могут привести не только к сильнейшему загрязнению окружающей среды, но и гибели людей, оказавшихся в зоне задымления. Задымление способно вызвать даже климатические эффекты, снижая температуру приземного слоя воздуха и почвы, а также способствуя образованию туманов [2].

При определении возможного расстояния, на которые могут перемещаться частицы дыма в горизонтальной плоскости при природном пожаре под действием ветра, важно знать на какую высоту поднимаются эти частицы над пожаром под действием подъемных сил.

На высоту подъема частиц дыма при природных пожарах действуют несколько факторов. Но основными являются, в первую очередь, тепловая мощность пожара, напрямую связанная с его площадью и степень вертикальной устойчивости атмосферы на момент пожара. Зависимость высоты подъема дыма от площади пожара прослеживается легко. Например, при площади пожара 10 км² максимальная высота подъема частиц может достигать 8,3 км, а при площади, равной 100 км² – 13,5 км [3]. Но

на высоту подъема дыма в значительной степени влияет и состояние вертикальной устойчивости атмосферы. Так, максимальную высоту дым может достигать при вертикальной устойчивости соответствующей конвекции, когда температура атмосферного воздуха равномерно снижается с ростом высоты над поверхностью земли. И наоборот, в условиях инверсии, когда температура приземного воздуха растет с высотой подъема, дым как бы запирается у поверхности земли, что вызывает наиболее сильную загазованность в зоне задымления.

Существует несколько методов расчета высоты подъема дыма. К сожалению, на сегодняшний день большинство имеющихся эмпирических зависимостей, определяющих высоту подъема дыма, основаны на определенных причинах и не рассматривают весь комплекс воздействующих сил. Во-вторых, обычно при прогнозировании последствий пожара, к чему относится и определение масштабов зоны загазованности, доступна только ограниченная информация о зоне горения, то есть о тех факторах, которые влияют на скорость распространения огня в конкретных условиях. И, в-третьих, существует много сложностей в моделировании условий образования конвективных потоков над зоной горения.

Новизна предложенной в данной статье методики заключается в том, что она объединяет воздействие на высоту подъема дыма нескольких факторов одновременно, что позволит сделать расчеты более точными.

На сегодняшний день наиболее известной методикой определения высоты подъема дыма является расчет с использованием эмпирической модели Бриггса [4], учитывающей силу ветра, вертикальную нестабильность атмосферы, а также температуру и скорость выброса горючих газов. Но данная модель не работает в случае площадных пожаров, так как рассматривает источник дымообразования как точечный. С помощью данной модели были получены результаты, приведенные в таблице [4].

Высота подъема частиц дыма в зависимости от вертикальной устойчивости атмосферы

Степень вертикальной устойчивости атмосферы	Типичная высота подъема частиц дыма, м
Изотермия (температура постоянна)	5-20
Инверсия (температура растет с высотой)	1-10
Конвекция (температура падает с высотой)	50-500

Для определения ориентировочной высоты подъема частиц дыма при природных пожарах обычно используются эмпирические формулы. Например, для небольших пожаров площадью до 500 га (5 км²) можно воспользоваться формулой Воттона [5]:

$$H_{\max} = 0,0007 \cdot P^{0,55} \cdot S^{0,1}, \quad (1)$$

где $H_{\max}$ – максимально возможная высота подъема частиц дыма, км;

P – средняя тепловая мощность пожара на единицу площади, кВт/м²;

S – площадь пожара, км².

Для крупных природных пожаров при расчете возможной высоты подъема частиц дыма (км) можно воспользоваться формулой Коппейяна, дающую ошибку при расчетах в 1-2 км [5]:

$$H_{\max} = 1,2 \cdot \left(\frac{Q}{v_g} \right)^{1/3} \quad (2)$$

где Q – общая тепловая мощность пожара, МВт;

v_g – скорость ветра на уровне поверхности, м/с.

Если же учитывать вертикальную устойчивость атмосферы в момент пожара, то для ориентировочной оценки высоты подъема дыма (км) можно воспользоваться формулой Коха, являющейся формулой Бриггса для тепловых течений адаптированной специально для крупных природных пожаров [5]:

$$\Delta H = 1,6 \left(\frac{F_b \cdot L}{v^3} \right)^{1/3} \quad (3)$$

где ΔH – высота теплового подъема дыма, то есть от высоты источника, м;
 L – характерная длина фронта пожара или его эффективный диаметр, м;
 F_b – тепловой параметр, $\text{м}^4/\text{с}^3$;
 v – скорость ветра на высоте, м/с.

Тепловой параметр F_b является безразмерной величиной, показывающей интенсивность теплового выброса при пожаре, и рассчитывается по формуле, учитывающей температурный градиент и объем выделившегося дыма [4]:

$$F_b = g \cdot \frac{\Delta T}{T_a} \cdot Q_v, \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения, равное 9.81 м/с^2 ;

$\Delta T = T_o - T_a$ – разница температур между выходящим дымом и окружающим воздухом, К;

T_a – абсолютная температура окружающего воздуха, К;

Q_v – объёмный расход выделяемого при пожаре дыма, $\text{м}^3/\text{с}$.

Объёмный расход выделяемого при пожаре дыма Q_v зависит от тепловыделений пожара Q , т.е. от удельной массы горючих веществ, полноты их сгорания и типа природного пожара, а также от плотности и удельной теплоемкости дымовых газов при средней температуре. С учетом всех этих факторов формула 3 принимает следующий вид:

$$\Delta H = K \cdot \left(\frac{Q \cdot g \cdot L}{T_a \cdot \rho \cdot c_p \cdot v^3} \right)^{1/3} = K \cdot \left(\frac{M_{\Gamma} \cdot \eta \cdot q_c \cdot g \cdot L}{T_a \cdot \rho \cdot c_p \cdot v^3} \right)^{1/3} \quad (5)$$

где K – эмпирический коэффициент коррекции подъема дыма;

Q – тепловыделение пожара, кВт;

ρ – плотность дымовых газов при средней температуре, кг/м^3 ;

c_p – удельная теплоёмкость дымовых газов, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

ΔT – разность температур дыма и окружающей среды, К;

M_{Γ} – массовый расход горючего материала при пожаре, кг/с ;

η – коэффициент полноты сгорания при природном пожаре;

q_c – теплота сгорания тех или иных природных горючих материалов, МДж/кг .

Значения коэффициента коррекции K были определены с учетом вертикальной устойчивости атмосферы по классификации категорий устойчивости атмосферы по методу Паскуилла – Тернера [6].

В соответствии российскими нормативными документами принято, что коэффициент K имеет только три значения: 1,6-2 при конвекции, 0,8-1,0 при изотермии и 0,2-0,4 при инверсии. При этом разрешается при отсутствии данных о состоянии вертикальной устойчивости атмосферы принимать значение коэффициента коррекции равным 1. Подставляя значения коэффициента коррекции, соответствующее имеющейся вертикальной устойчивости атмосферы можно легко получить максимально возможную высоту подъема дыма. В этом случае формулы для расчета высоты подъема дыма в различных условиях вертикальной устойчивости воздуха примут следующий вид:

- при конвекции

$$\Delta H = 1,8 \cdot \left(\frac{M_{\Gamma} \cdot \eta \cdot q_c \cdot g \cdot L}{T_a \cdot \rho \cdot c_p \cdot v^3} \right)^{1/3} \quad (6)$$

- при изотермии

$$\Delta H = 1,0 \cdot \left(\frac{M_G \cdot \eta \cdot q_c \cdot g \cdot L}{T_a \cdot \rho \cdot c_p \cdot v^3} \right)^{1/3} \quad (7)$$

- при инверсии

$$\Delta H = 0,2 \cdot \left(\frac{M_G \cdot \eta \cdot q_c \cdot g \cdot L}{T_a \cdot \rho \cdot c_p \cdot v^3} \right)^{1/3} \quad (8)$$

Следует не забывать, что формула 3 используется только для грубой оценки максимально возможной высоты подъема дыма в заданных условиях. Но при этом расчеты по формулам (6) – (8) показали достаточную точность при сверке результатов расчетов с данными анализа авиационных снимков пожаров при тех же условиях.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.0.03-2020. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
2. [N 2-4-87-32-ЛБ] Методика тушения ландшафтных пожаров № 2-4-87-32-ЛБ, утв. МЧС России 14 сентября 2015 г.
3. Илюшов Н.Я. Прогнозирование последствий природных пожаров: учеб. пособие. – 2025.
4. Briggs G.A. Plume Rise Predictions. – 1969.
5. Rudresha et al. Briggs' plume rise equation. – 2009.
6. Об утверждении руководства по безопасности при использовании атомной энергии. Мониторинг гидрологических, метеорологических и аэрологических условий в районах размещения объектов использования атомной энергии: Приказ Ростехнадзора № 31 от 01.02.2021.

<https://doi.org/10.26898/2026-123>
УДК 631.527:631.4(574):502.3

РАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАЗАХСТАНА: СОСТОЯНИЕ, МЕТОДЫ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Исаева Ж.Б., ассоц. проф.

Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Республика Казахстан
e-mail: issayeva_zhanetta@mail.ru

Аннотация. Пастбищные экосистемы Республики Казахстан являются основой кормовой базы животноводства и занимают более 80 % сельскохозяйственных угодий страны. В условиях роста пастбищной нагрузки и усиления аридизации климата возрастает риск деградации растительного покрова и снижения продуктивности пастбищ. В статье обобщены данные национального мониторинга, дистанционного зондирования Земли и региональных научных исследований, отражающие современное состояние пастбищ по основным природно-климатическим зонам Казахстана. Представлен сравнительный анализ традиционных и современных методов эксплуатации пастбищ, выявлены их преимущества и ограничения. Показано, что наибольшую эффективность демонстрируют интегрированные модели управления, сочетающие сезонное чередование пастбищ с цифровыми

инструментами мониторинга и расчёта пастбищной нагрузки. На основе полученных результатов сформулированы научно обоснованные рекомендации, направленные на повышение устойчивости и продуктивности пастбищных экосистем.

Ключевые слова: пастбищные экосистемы, эксплуатация пастбищ, деградация пастбищ, пастбищная нагрузка, дистанционное зондирование, традиционные методы, устойчивое землепользование

Пастбищные угодья Казахстана занимают около 186 млн га, что составляет более 80 % всех сельскохозяйственных земель [1, 2]. Они формируют основную кормовую базу для крупного и мелкого рогатого скота. Рост численности животных на фоне аридизации климата приводит к деградации пастбищ, снижению кормовой продуктивности и угрозе продовольственной безопасности [3, 4]. Рациональное управление пастбищами, основанное на современных научных подходах, является критически важным для устойчивого развития животноводства и сохранения экосистемного равновесия. В данном контексте пастбищные угодья рассматриваются не только как элемент аграрного производства, но и как важнейший компонент природных экосистем, выполняющий экологические функции по сохранению биоразнообразия, регулированию углеродного баланса и предотвращению процессов опустынивания. В связи с этим исследование соответствует научному направлению экологии и охраны природных ресурсов, поскольку ориентировано на оценку устойчивости пастбищных экосистем, выявление факторов их деградации и разработку природоохранных подходов к рациональному использованию земельных ресурсов.

Современные международные исследования показывают, что от 20 до 30 % пастбищных экосистем мира находятся в состоянии различной степени деградации, обусловленной сочетанием климатической аридизации и нерационального выпаса. В аридных и полуаридных регионах, к которым относится значительная часть территории Казахстана, данные процессы протекают наиболее интенсивно, что придаёт проблеме рационального управления пастбищами выраженное глобальное научное значение.

Цель исследования заключается в систематизации современных данных о состоянии пастбищ по регионам Казахстана, сравнительном анализе традиционных и современных методов эксплуатации и разработке практических рекомендаций для рационального управления пастбищными ресурсами. Кроме того, исследование направлено на выявление управленческих подходов, потенциально применимых для других аридных и полуаридных пастбищных систем.

Анализ проводился на основе национальных отчетов [2, 5], дистанционного зондирования Земли [6, 7], региональных публикаций казахстанских авторов [8-11], а также сравнительного изучения традиционных и современных методов пастбищного хозяйства. Для оценки состояния пастбищ использовались количественные показатели деградации растительного покрова, кормовой продуктивности и пастбищной нагрузки. Применялись методы пространственного анализа и моделирования нагрузки с использованием ГИС. Пастбищная нагрузка оценивалась путём сопоставления численности поголовья с расчётной кормовой ёмкостью пастбищ с учётом региональных природно-климатических условий.

Мониторинг показал, что 82-87 % пастбищ страны находятся в неудовлетворительном или плохом состоянии [2, 3]. Указанные значения существенно превышают пороговые уровни, характерные для устойчивого функционирования пастбищных экосистем, и свидетельствуют о высоком риске перехода деградационных процессов в труднообратимую стадию при сохранении существующих практик выпаса. Средняя кормовая продуктивность растительности: весной - 4,6 ц/га, летом - 6,6 ц/га, осенью - 4,4 ц/га [3]. Деградация проявляется снижением биомассы, уменьшением доли ценных кормовых растений и усилением эрозионных процессов [5, 12].

Центральный Казахстан характеризуется высокой вариативностью состояния пастбищ: Бухар-Жырау - 4,35 млн га, Улытау - 2,10 млн га, Каркаралинский район -

1,72 млн га [6, 8]. Западный Казахстан - 10,2 млн га пастбищ, из которых более 65 % представляют полупустынные угодья, подверженные эрозии и деградации [7]. Около 80 % пастбищ западных областей находятся в неудовлетворительном состоянии [9, 10]. Северные и центральные области, включая Акмолинскую и Северо-Казахстанскую, демонстрируют более высокие показатели NDVI и LAI, что отражает лучшую продуктивность растительности [11]. В Западной Казахстане численность крупного рогатого скота с 2000 по 2022 г. увеличилась с 752,4 тыс. до 1 631,4 тыс. голов, овец и коз - с 1 567 тыс. до 2 868 тыс. голов [12]. По сравнению с северными регионами, пастбищные экосистемы западных областей характеризуются более низкой устойчивостью, что обусловлено сочетанием ограниченных атмосферных осадков, лёгкого механического состава почв и высокой концентрации поголовья скота, ускоряющих процессы деградации растительного покрова.

Традиционные методы эксплуатации, включая сезонное чередование пастбищ, мобильность стад и эмпирическое регулирование численности поголовья, обеспечивали восстановление растительности, однако в современных условиях их эффективность снижена из-за административных и социально-экономических факторов [13, 14]. Современные подходы - ротационный выпас, дистанционный мониторинг состояния пастбищ и применение ГИС для моделирования пастбищной нагрузки — позволяют адаптировать управление к климатической изменчивости и количественно контролировать кормовую базу [6, 11, 15, 16]. Вместе с тем эффективность внедрения цифровых инструментов мониторинга в значительной степени определяется уровнем институциональной поддержки, доступностью данных и вовлечённостью сельскохозяйственных производителей, что подчёркивает необходимость комплексного социально-экологического подхода к управлению пастбищами.

Интеграция традиционного опыта и цифровых технологий обеспечивает наибольшую эффективность, повышает продуктивность пастбищ и снижает риски деградации. Региональный анализ показывает, что западные области страдают наибольшей степенью деградации (> 80 %), тогда как северные и центральные области обладают более благоприятными условиями [7, 11].

Научная новизна исследования заключается в регионально дифференцированной оценке состояния пастбищных экосистем Казахстана с интеграцией традиционных кочевых практик и современных цифровых методов мониторинга, что позволило сформулировать адаптивные и регионально-специфические рекомендации по рациональному использованию пастбищных ресурсов. Полученные результаты имеют практическое значение для системы экологического мониторинга земель и разработки мер по охране и восстановлению деградированных пастбищных экосистем.

Рекомендации:

- Разработка региональных программ управления пастбищами с учетом природно-климатических особенностей.
- Интеграция традиционных практик и цифрового мониторинга для оценки состояния пастбищ.
- Оптимизация пастбищной нагрузки через расчёт кормовой ёмкости и контроль численности поголовья.
- Обеспечение открытого доступа к данным мониторинга для фермеров и сельских сообществ.
- Создание пастбищных кооперативов для коллективного управления ресурсами.
- Восстановление деградированных пастбищ с помощью многолетних кормовых трав и укрепления почв.
- Включение показателей состояния пастбищ в механизмы региональной аграрной политики и распределения государственной поддержки сельхозпроизводителей.

Проведённый анализ показал, что пастбищные экосистемы Казахстана в условиях нарастающей климатической аридизации и увеличения пастбищной нагрузки находятся в

зоне повышенного экологического риска. Высокая доля деградированных угодий свидетельствует о снижении устойчивости природных экосистем и необходимости перехода от экстенсивных форм использования земель к экологически ориентированным моделям управления. Использование дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий позволяет обеспечить объективную оценку состояния пастбищ, выявлять пространственно-временные закономерности деградации и обосновывать природоохранные меры. Интеграция традиционных форм пастбищепользования с современными методами мониторинга рассматривается как ключевое условие сохранения пастбищных экосистем, предотвращения опустынивания и рационального использования природных ресурсов, что соответствует приоритетам экологической безопасности и устойчивого развития агроландшафтов Казахстана.

Список литературы

1. FAO. Kazakhstan works toward securing precious pastures for future generations. FAO Europe News. – URL: <https://www.fao.org/europe/news/detail/Kazakhstan-works-toward-securing-precious-pastures-for-future-generations/en> (дата обращения: 24.01.2026).
2. Forbes.kz. Более 87 % пастбищ Казахстана находятся в плохом или очень плохом состоянии. – URL: <https://forbes.kz/articles/bolee-87-pastbish-kazahstana-nahodyatsya-v-plohom-ili-ochen-plohom-sostoyanii-c21a52> (дата обращения: 24.01.2026).
3. Dairynews.today. 82 % пастбищ в Казахстане находятся в неудовлетворительном состоянии. – URL: <https://dairynews.today/kz/news/82-pastbishch-v-kazakhstane-nakhodyatsya-v-neudovletvoritelnom-sostoyanii.html> (дата обращения: 24.01.2026).
4. Kabzhanova G., Arystanova R., Bissembayev A. Remote sensing applications for pasture assessment in Kazakhstan // *Agronomy*. – 2025. – Vol. 15. – No. 3. – P. 526. DOI: 10.3390/agronomy15030526.
5. Stybayev G., Zargar M., Nasiyev B. Rotational pasture management for ameliorating productivity // *OJBSci*. – 2025. – Vol. 5. – P. 209–218. DOI: 10.3844/ojbsci.2025.209.218.
6. Assessment of spatiotemporal distribution of pasture lands and grazing density // *Sustainability*. – 2025. – Vol. 17. – No. 22. – P. 10331. DOI: 10.3390/su17198869.
7. Pasture ecosystems in Western Kazakhstan: degradation and productivity // *IETA Journal*. – 2024. – Vol. 18, No. 4. – P. 402–412. – DOI: 10.18280/ij dne.180402.
8. Assessment of the current state of forage resources in Western Kazakhstan // *IVYSci.com*. – 2025. – Vol. 10. – No. 1. – P. 134–146.
9. Abdikadirova A., Sultangaliyev K. Monitoring and evaluation of pasture degradation in Kazakhstan // *Environmental Research and Public Health*. – 2024. – Vol. 21. – No. 15. – P. 9845. DOI: 10.3390/ijerph21159845.
10. Tulegenova A., Nurgaliyev B., Omarov M. Pasture management strategies under climate change in Kazakhstan // *Journal of Arid Land*. – 2023. – Vol. 15. – No. 3. – P. 321–335. DOI: 10.1007/s40333-023-00215.
11. Zhaksylykova S., Bekova L. NDVI-based assessment of pasture conditions in North Kazakhstan // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. – 2024. – Vol. 27. – P. 100832. DOI: 10.1016/j.rsase.2024.100832.
12. Kazakh Research Institute of Animal Husbandry. Annual Report on Pasture Resources. – Almaty, 2023.
13. Tuleshov R. Traditional nomadic pasture management practices in Kazakhstan. – Almaty, 2022.
14. Alimov K., Bekbulatov D. Historical patterns of livestock mobility and pasture use in Central Kazakhstan // *Pastoralism Research*. – 2023. – Vol. 13. – No. 2. – P. 55–68.
15. Karimov A., Orazbayev T. Rotational grazing in steppe ecosystems: effectiveness and challenges // *Journal of Grassland Science*. – 2024. – Vol. 30. – No. 4. – P. 212–228.
16. Sadvakasova N., Sekenov B. GIS-based modeling for sustainable pasture management in Kazakhstan // *Geosciences Journal*. – 2023. – Vol. 27. – No. 1. – P. 44–59.

ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКРОПЛАСТИКА НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ

Карпенко М.С., ассистент

Научный руководитель – Болдырева Л.М., канд. техн. наук, доцент

Кубанский государственный аграрный университет,

Краснодар, Россия

e-mail: arkadiam2002@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние проблемы микропластика в водных экосистемах России. Анализируются основные источники поступления микропластика, его воздействие на флору и фауну, а также пути распространения по пищевым цепям. Особое внимание уделяется современным методам снижения загрязнения, включая превентивные меры, технологические решения и биологические подходы к очистке воды. Представлены данные по концентрации микропластика в крупнейших российских водоемах, включая Волгу, Енисей и Байкал. Рассмотрен комплексный подход к мониторингу водных объектов и выработке рекомендаций по рациональному управлению водными ресурсами.

Ключевые слова: микропластик, водные экосистемы, Россия, загрязнение, очистка воды, биологическое воздействие, мониторинг

Микропластик, представляющий собой пластиковые частицы размером менее 5 мм, стал одной из наиболее острых экологических проблем современности. Его попадание в водные экосистемы оказывает комплексное влияние на биологические, химические и физические процессы, нарушает функционирование экосистем и представляет угрозу для здоровья человека через пищевые цепи. Основными источниками микропластика являются бытовые и промышленные сточные воды, стирающиеся синтетические волокна, разрушение крупного пластика в окружающей среде, а также атмосферные осадки [2, 3, 6].

В России проблема микропластика в водоемах приобретает всё большую актуальность. Исследования, проведенные на крупнейших реках и озерах страны, включая Волгу, Енисей и Байкал, показали наличие микропластика в воде, донных отложениях и организмах водоемов, что свидетельствует о проникновении частиц в пищевые цепи. В Байкале зарегистрированы микрочастицы пластика в планктоне и донных осадках, а в Волге концентрация микропластика достигает сотен тысяч частиц на кубический метр воды, преимущественно полиэтилена и полипропилена. Особую опасность представляют частицы размером менее 1 мм, которые активно поглощаются фильтраторами и мелкими беспозвоночными и затем передаются рыбам и водоплавающим птицам [1, 2, 4].

Воздействие микропластика на водные организмы проявляется в нескольких направлениях. Физическое воздействие включает закупорку кишечника и повреждение органов пищеварительной системы, что снижает способность усваивать питательные вещества. Химическое воздействие связано с адсорбцией на поверхности микропластика токсичных веществ, включая пестициды, тяжёлые металлы и органические загрязнители, что приводит к их поступлению в организм при проглатывании. Биологическое воздействие проявляется в переносе микроорганизмов и патогенов, нарушении структуры микробных сообществ водоемов. Совокупность этих факторов приводит к снижению биологического разнообразия, нарушению трофических связей и уменьшению продуктивности экосистем [3, 5].

Методы борьбы с микропластиком включают как превентивные меры, так и технологии очистки воды. Превентивные меры направлены на снижение поступления пластика в водоемы и включают ограничение использования одноразового пластика, внедрение фильтров для стиральных машин и промышленных стоков, а также совершенствование систем сбора и переработки отходов. В России предпринимаются шаги по контролю пластикового загрязнения, включая инициативы по раздельному сбору отходов и законодательное регулирование производства пластиковых пакетов и упаковки в ряде регионов [1, 2, 6].

Очистка водных объектов от микропластика является технологически сложной задачей. В лабораторных и пилотных масштабах применяются методы механической фильтрации, коагуляции и флотации, а также биологические методы, включая использование микроорганизмов, способных разлагать полимеры. На практике, например, на водоочистных сооружениях в Санкт-Петербурге внедряются современные системы механической фильтрации и осаждения, способные улавливать частицы размером до 0,5 мм, что позволяет значительно снизить концентрацию микропластика в сбросных водах [3-5].

Особое внимание уделяется мониторингу и научным исследованиям. В России проводится регулярный контроль состояния водоемов, изучается распределение микропластика по размерам и типам полимеров, а также оценивается воздействие на флору и фауну. Такой комплексный подход позволяет вырабатывать рекомендации по рациональному управлению водными ресурсами и снижению негативного влияния микропластика на экосистемы [1, 2, 6].

Таким образом, микропластик представляет серьёзную угрозу водным экосистемам России. Эффективное решение проблемы возможно только при комплексном подходе, включающем превентивные меры, технологические инновации и систематический научный мониторинг. Только сочетание этих подходов позволит минимизировать экологические и социально-экономические последствия микропластикового загрязнения и сохранить здоровье водных экосистем для будущих поколений.

Список литературы

1. Черняева С.О., Болдырева Л.М. Проблемы и пути решения сельскохозяйственных агроландшафтов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 80-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2024 г., Краснодар, 28 марта 2025 г. – Краснодар, 2025. – С. 159-161.
2. Перминова Е.С., Болдырева Л.М. Устойчивое развитие и охрана ландшафтов Выселковского района // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 28–29 апр. 2025 г. – Пенза, 2025. – С. 173-178.
3. Цыба Г.М., Болдырева Л.М. Анализ соответствия состояния объектов природообустройства критериям качества окружающей среды // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 26–27 июля 2025 г. – Пенза, 2025. – С. 323-326.
4. Шакун А.А., Болдырева Л.М. Оценка эффективности природоподобных технологий для минимизации необратимых техногенных изменений // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 26–27 июля 2025 г. – Пенза, 2025. – С. 327-329.
5. Болдырева Л.М. Общие сведения и эффективные меры борьбы с разливами нефти на поверхности воды // Актуальные вопросы науки и образования (шифр - МКABH): сб. материалов XV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 4 апр. 2025 г. – М., 2025. – С. 375-379.
6. Иванов В.В. Цифровое будущее строительства: применение IT-технологий на объектах завтрашнего дня // Научный лидер. – 2025. – № 21 (222). – С. 57-61.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ АНТИТОКСИЧЕСКОЙ СЫВОРОТКИ (АС) ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ИМИДАКЛОПРИДОМ

Маланьев А.В., канд. биол. наук,
Халикова К.Ф., канд. вет. наук,
Ямалова Г.Р., н.с.,
Алеев Д.В., канд. биол. наук,
Мишина Н.Н., канд. биол. наук,
Вагин К.Н., д-р биол. наук

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия
e-mail: vnivi@mail.ru

Аннотация. Целью исследования была оценка эффективности биопрепарата АС в коррекции токсических эффектов имидаклоприда у белых крыс. В ходе 30-дневного эксперимента животные получали корм, контаминированный имидаклопридом (50 мг/кг). Группе, получавшей биопрепарат АС, удалось сохранить более высокие темпы прироста массы тела, а также нормальные морфологические и биохимические показатели крови по сравнению с группой, подвергшейся интоксикации без коррекции. Результаты свидетельствуют о защитном действии препарата АС при отравлении имидаклопридом.

Ключевые слова: неоникотиноиды, имидаклоприд, лабораторные крысы, антитоксическая сыворотка, фармакокоррекция, гематология, биохимия крови

Введение. Имидаклоприд как высокоэффективный неоникотиноид широко применяется в ветеринарии для борьбы с эктопаразитами [1-3]. Его селективная токсичность, связанная с блокадой никотиновых рецепторов насекомых, обеспечивает безопасность для теплокровных животных при регламентированном использовании [4-6]. Однако риски интоксикации сохраняются вследствие передозировок, индивидуальной чувствительности или нарушения правил применения [7]. Кроме того, нарастающая экологическая озабоченность, связанная с неоникотиноидами, актуализирует поиск средств, снижающих их потенциальное негативное воздействие. В этом контексте перспективным направлением является использование биопрепаратов с детоксикационными свойствами [8-10].

Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности биопрепарата АС в коррекции токсических эффектов, индуцированных хроническим поступлением имидаклоприда в организм лабораторных животных.

Материалы и методы. Экспериментальная часть работы выполнена на базе отделения токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Объектом исследования служили половозрелые беспородные белые крысы (самцы и самки) с исходной массой 170–240 г. Формирование групп (n = 6) осуществляли методом пар-аналогов. Дизайн эксперимента включал три группы сравнения (табл. 1).

Дизайн экспериментальных групп

Группа	Обозначение	Воздействие имидаклопридом (ИМ)	Лечение
1	Биологический контроль (БК)	Нет	Не применялось
2	Токсический контроль (ТК)	Да (50 мг/кг корма)	Не применялось
3	Опытная (ИМ + АС)	Да (50 мг/кг корма)	Введение антитоксической сыворотки (АС), 0,3 мл/кг, в/м

В качестве источника токсиканта использовали коммерческий препарат «Табу, ВСК» (500 г/л имидаклоприда, «Август», Россия). Заданную дозу ксенобиотика вносили в кормовую смесь методом ступенчатого смешивания. Животные опытной группы подвергались курсовому внутримышечному введению антитоксической сыворотки (АС) в дозе 0,3 мл/кг в 1, 7 и 14-й сутки эксперимента.

Общая продолжительность наблюдения составила 30 суток. В этот период регистрировали клинический статус, потребление корма и воды, еженедельно проводили взвешивание. Эвтаназию и забор крови осуществляли методом декапитации по окончании эксперимента. Морфологический анализ крови (эритроциты, лейкоциты, гемоглобин, лимфоциты, гематокрит) выполняли на гематологическом анализаторе «Mythic 18Vet» (ORPHEE SA, Швейцария). Биохимические параметры сыворотки оценивали по стандартным методикам.

Статистическую обработку цифровых данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента (программная среда Microsoft Excel). Различия считали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$. Результаты представлены как $M \pm m$.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе всего периода наблюдений видимых клинических симптомов отравления (судороги, нарушение координации, отказ от корма) у крыс не зафиксировано, что характерно для хронической модели интоксикации с субтоксическими дозами. Анализ массы тела на 30-е сутки показал, что животные всех групп прибавили в весе. Однако максимальный прирост (40,0 г относительно исходных данных) отмечен в группе, получавшей биопрепарат АС. В группе токсического контроля прирост был менее интенсивным, что косвенно свидетельствует о негативном влиянии имидаклоприда на анаболические процессы и положительном модулирующем эффекте сыворотки.

Исследование гематологических показателей крови белых крыс на фоне воздействия имидаклоприда и фармакокоррекции биопрепаратами свидетельствуют о том, что при введении имидаклоприда происходит снижение показателей крови. У крыс группы ТК зафиксировано достоверное снижение количества эритроцитов и уровня гемоглобина. Применение АС позволило смягчить анемическое действие яда: показатели эритроцитов в группе ИМ + АС были выше, чем в ТК (снижение относительно контроля всего на 19,5% против 35,1% в ТК). Аналогичная тенденция прослеживалась по уровню гемоглобина и гематокрита. Лейкоцитарный профиль также претерпевал изменения: лейкопения, вызванная токсикантом, в опытной группе была менее выражена, а относительный лимфоцитоз снижался.

Биохимический анализ сыворотки крови выявил признаки метаболических нарушений и гепатотоксического действия. Хроническое поступление имидаклоприда (группа ТК) привело к достоверному снижению общего белка (на 19,4%), повышению уровня глюкозы (на 35,4%), а также росту маркеров цитолиза (АЛТ) и холестаза (щелочная фосфатаза). Повышение концентрации мочевины и креатинина указывает на вовлеченность почек в патологический процесс. В группе, где проводилась коррекция препаратом АС, отмечена тенденция к нормализации изученных параметров. Так, уровень АЛТ и ЩФ оставался ниже, чем в токсическом контроле, а степень гипопроteinемии была значительно меньше (8,4% против 19,4% в ТК). Полученные результаты свидетельствуют о гепатопротекторных и детоксикационных свойствах биопрепарата.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что длительное скармливание имидаклоприда крысам в дозе 50 мг/кг корма вызывает комплекс негативных изменений в организме, затрагивающих систему крови, белковый и углеводный обмен, а также функцию печени и почек. Применение разработанного биопрепарата на основе антитоксической сыворотки (АС) способствует нивелированию указанных токсических эффектов. На фоне терапии у животных наблюдались лучшие показатели

сохранности и прироста массы тела, а также менее выраженные отклонения гематологических и биохимических маркеров от физиологической нормы. Это позволяет рассматривать препарат АС как перспективное средство для ветеринарной практики при отравлениях неоникотиноидами.

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.Ю. Рудь и В.П. Калиниченко (сотрудникам ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитических экспериментах.

Список литературы

1. Говоров Д.Н., Живых А.В., Четвертин С.Н. Применение пестицидов // Защита и карантин растений. - 2013. - № 4. - С. 6-8.
2. Бойко С.В., Мехтиева Ю.И., Василевская Л.П. Роль неоникотиноидных протравителей семян в защите всходов зерновых колосовых культур от личинок щелкунов и шведских мух в условиях Беларуси // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. - 2022. - Т. 60. - № 2. - С. 195-212.
3. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации: справ. - М., 2021. - 803 с.
4. Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Маланьев А.В. и др. Лечебная эффективность Ксимедона-С при интоксикации лабораторных животных имидаклопридом // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 г. – Йошкар-Ола, 2025. – С. 710-712.
5. Методические пособие по диагностике, лечению и профилактике отравлений животных синтетическими пиретроидами / А.В. Иванов и др. - М., 2018. - 23 с.
6. Алеев Д.В., Мингалеев Д.Н., Мишина Н.Н. и др. Терапевтическая эффективность антитоксических веществ при интоксикации белых крыс ивермектином // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 10-14. DOI: 10.33632/1998-698X_2025_3_10.
7. Алеев Д.В., Егоров В.И., Василевский Н.М. и др. Показатели крови белых крыс на фоне воздействия глифосата и фармакокоррекции биопрепаратом // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИИВ», Казань, 11–12 сент. 2025 г. – Казань, 2025. – С. 242-244.
8. Халикова К.Ф., Мишина Н.Н., Ямалова Г.Р. и др. Изучение эффективности лечебных средств при интоксикации животных имидаклопридом // Ветеринарный врач. – 2024. – № 4. – С. 18-23. DOI: 10.33632/1998-698X_2024_4_18.
9. Сайфутдинов А.М., Мухамметшина А.Г., Мухарлямова А.З. и др. Эффективность применения экстракции QuEChERS для мультипестицидного мониторинга зерновых хроматографическими методами // Ветеринарный врач. – 2025. – № 1. – С. 14-19. DOI: 10.33632/1998-698X_2025_1_14.
10. Маланьев А.В. и др. Клинико-гематологические и биохимические показатели крови на фоне отравления цианопиретроидами и лечения // Ветеринарный врач. - 2020. - № 5. - С. 46-53.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ЛЕКТИНА *RHIZOCTONIA SOLANI* RS КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БИОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Мухаммадиев Р.С.^{1, 2}, канд. биол. наук, с.н.с.,
Валиуллин Л.Р.^{1, 2}, канд. биол. наук, в.н.с.,
Мухаммадиев Р.С.¹, канд. биол. наук, с.н.с.,
Хусаинова Г.И.¹, канд. биол. наук, с.н.с.,
Фазулзянов И.Р.¹, канд. биол. наук, с.н.с.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
Московская область, пос. Большие Вяземы, Россия

²Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия
e-mail: tanirtashir@mail.ru

Аннотация. В работе представлена сравнительная оценка антибактериального действия очищенного лектина микромицета *Rhizoctonia solani* RS в отношении репрезентативных штаммов грамотрицательных и грамположительных бактерий. В ходе исследования установлено, что препарат обладает выраженной селективностью и дозозависимым эффектом. При минимальной концентрации (20 мкг/мл) наблюдалось умеренное угнетение развития бацилл и стафилококков (в 2,5-4,8 раза), тогда как повышение дозировки до 40 мкг/мл приводило к резкому подавлению пролиферации *S. aureus* и *S. epidermidis* (в 19,5–24,6 раза ниже контрольных значений). При максимальной концентрации 80 мкг/мл зафиксировано полное ингибирование роста всех изученных грамположительных микроорганизмов. Напротив, в отношении грамотрицательных бактерий антимикробный эффект практически отсутствовал даже при максимальных дозировках, что может быть обусловлено спецификой строения их клеточных оболочек. Полученные результаты служат теоретическим обоснованием для разработки селективных биогенных препаратов в сельскохозяйственной биотехнологии, направленных на снижение антибиотической нагрузки на агроэкосистемы и повышение устойчивости агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: лектины, *Rhizoctonia solani*, антибактериальная активность, селективное ингибирование, сельскохозяйственная биотехнология

Введение. Современный этап развития сельскохозяйственной биотехнологии характеризуется поиском принципиально новых путей обеспечения биологической безопасности агросистем. Одной из наиболее острых проблем мирового сельского хозяйства является нарастающая резистентность патогенных микроорганизмов и избыточное накопление остаточных количеств антибиотиков в объектах окружающей среды [1]. Интенсификация агропроизводства привела к значительному накоплению антимикробных соединений в агробиоценозах, что не только снижает эффективность защитных мероприятий, но и создает риски для качества конечной продукции. В этой связи стратегически важной задачей является разработка биогенных препаратов, способных эффективно подавлять рост патогенов, не вызывая при этом формирования устойчивости и не оказывая токсического воздействия на экосистему.

Перспективным инструментом для решения этой задачи являются лектины – белки, обладающие способностью к высокоспецифичному распознаванию и связыванию углеводных детерминант на поверхности клеток [2]. Их уникальная роль в реализации

«сахарного кода» позволяет им выступать в качестве естественных факторов неспецифической резистентности, формируя защитные барьеры против патогенной микрофлоры. Несмотря на изученность антибактериальных свойств лектинов различного происхождения [1], потенциал миколектинов, в частности лектина из гриба *Rhizoctonia solani* (RS), остается практически нераскрытым в контексте системного применения в сельскохозяйственной практике. Обладая биогенной природой, лектины легко подвергаются биодegradации, что делает их идеальными кандидатами для создания экологически безопасных препаратов нового поколения.

Целью настоящей работы является сравнительная оценка антибактериального действия лектина *Rhizoctonia solani* RS в отношении репрезентативных штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий для последующего создания новых биогенных препаратов в сельскохозяйственной биотехнологии, направленных на снижение антибиотической нагрузки на агроэкосистемы и повышение устойчивости агропромышленного комплекса.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служил очищенный белок – лектин микробного происхождения, выделенный из культуральной мицелиальной массы микромицета *Rhizoctonia solani* RS (продуцент из коллекции ИФМиБ КФУ) [3]. Препарат лектина получали методом многостадийной хроматографии (ионообменной и гелевой фильтрации), подтверждая его активность, чистоту и молекулярную массу.

Для оценки биологической активности препарата были использованы тест-микроорганизмы, включающие представители различных таксономических групп: грамположительные бактерии (*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*) и грамотрицательные виды (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*). Все использованные штаммы были предоставлены коллекционным фондом НОЦ «Фармакология» КФУ.

Для изучения антимикробной активности лектина, растворенного в 20 мМ Tris-HCl буфере (pH 7,8), анализировали динамику накопления биомассы и кривые роста бактериальных культур в МПБ при 37 °С в течение 24-48 часов [4]. Препарат вносили на начальном этапе лаг-фазы (при исходной плотности инокулята 0,04 ед. ОП) до финальных концентраций 20, 40 и 80 мкг/мл, используя в качестве контроля эквивалентный объем чистого буфера. Влияние белка на интенсивность пролиферации клеток оценивали фотометрическим методом, отслеживая изменения с момента инициации роста популяции. Динамику накопления биомассы и интенсивность роста культур анализировали фотометрическим методом. Прямое измерение оптической плотности суспензии выполняли на двухлучевом спектрофотометре Lambda 35 (Perkin Elmer, США) при длине волны 600 нм. Снижение показателей оптической плотности в опытных образцах по сравнению с контролем интерпретировали как проявление антибактериального (ингибирующего) эффекта лектина.

Все экспериментальные исследования проводили в трехкратной биологической и технической повторности. Математическую обработку данных осуществляли в программах Microsoft Excel 2016 и Statistica 10.0. Для выборок рассчитывали среднее арифметическое и стандартную ошибку среднего. Достоверность различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента, считая их значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследований. Ранее проведенные скрининговые испытания позволили установить, что неочищенный экстракт мицелия *R. solani* RS обладает выраженной ингибирующей способностью в отношении ряда условно-патогенных микроорганизмов [3]. Опираясь на эти данные, в настоящей работе был выполнен более детальный анализ антибактериального потенциала хроматографически очищенного препарата лектина.

Анализ антибактериального действия лектина выявил выраженную зависимость эффекта от дозы в отношении всех исследуемых грамположительных микроорганизмов (рис. 1). При минимальной дозировке (20 мкг/мл) наблюдалось умеренное угнетение

развития: через 24 часа прирост биомассы у бацилл (*B. cereus*, *B. subtilis*) замедлился в 2,5 раза, а у стафилококков (*S. aureus*, *S. epidermidis*) – в 4,5-4,8 раза относительно контроля (рис. 1, а). Характер кривых роста при этом существенно не менялся: лаг-фаза длилась 4 часа, а переход к стационарной фазе фиксировался на 12-16-м часах инкубации.

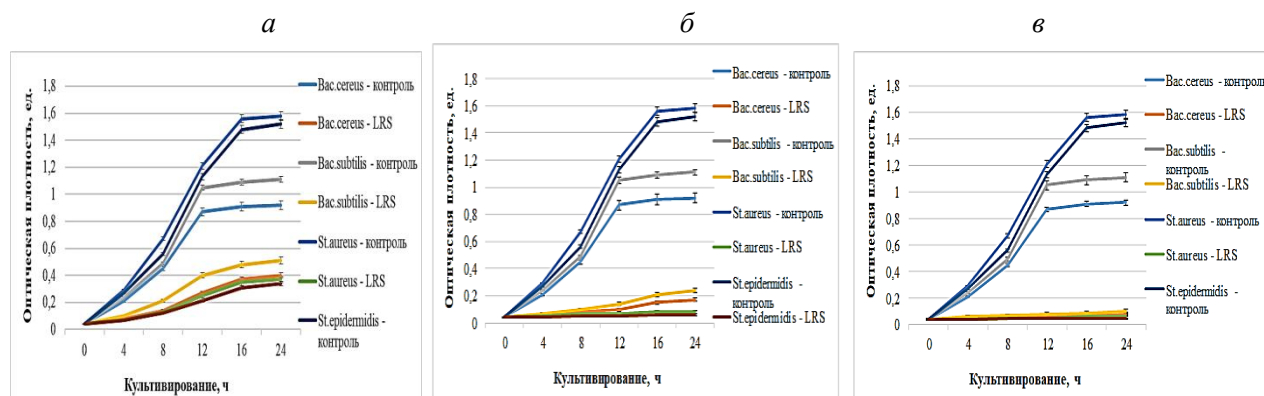


Рис. 1. Динамика роста грамположительных бактерий при воздействии лектина *R. solani* в дозировке 20 (а), 40 (б) и 80 мкг/мл (в)

Повышение концентрации до 40 мкг/мл привело к резкому подавлению пролиферации стафилококков: плотность популяций *S. aureus* и *S. epidermidis* оказалась в 19,5 и 24,6 раза ниже контрольных значений соответственно (рис. 1, б). Представители рода *Bacillus* проявили большую устойчивость, показав снижение биомассы в 5,2-6,1 раза. Максимальная концентрация лектина (80 мкг/мл) обеспечивала полное ингибирование роста и развития всех изученных грамположительных бактерий на протяжении всего периода эксперимента (рис. 1, в).

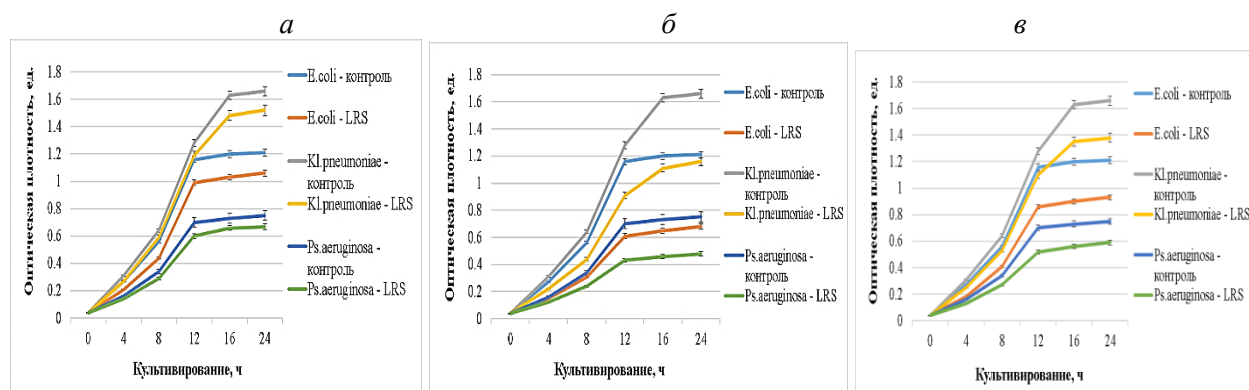


Рис. 2. Динамика роста грамотрицательных бактерий при воздействии лектина *R. solani* в дозировке 20 (а), 40 (б) и 80 мкг/мл (в)

Исследуемый лектин в диапазоне концентраций от 20 до 80 мкг/мл не оказал существенного ингибирующего влияния на развитие грамотрицательных бактерий (рис. 2). При минимальной дозировке (20 мкг/мл) снижение прироста биомассы через 24 часа составило лишь 1,1-1,2 раза, а дальнейшее четырехкратное увеличение концентрации препарата не привело к значимому усилению антимикробного эффекта.

Селективность антибактериального действия лектина *R. solani* RS, вероятно, обусловлена структурными различиями клеточных оболочек микроорганизмов. Инертность препарата в отношении грамотрицательных бактерий может быть связана с наличием внешней мембраны, ограничивающей доступ белка к углеводным детерминантам. Напротив, выраженное ингибирование роста грамположительных штаммов, особенно стафилококков, позволяет предположить наличие специфических мишеней в составе их пептидогликана или

тейхоевых кислот. Возможно, антимикробный эффект реализуется через нарушение целостности клеточной стенки или изменение проницаемости цитоплазматической мембраны. Для раскрытия механизмов выявленного действия необходимо дальнейшее изучение углеводной специфичности лектина и его влияния на процессы адгезии и формирования биопленок.

Заключение. Проведенная сравнительная оценка антибактериального действия лектина *Rhizoctonia solani* RS подтвердила его высокую селективность в отношении грамположительных микроорганизмов при отсутствии значимого влияния на грамотрицательные штаммы. Полученные результаты служат основой для разработки новых биогенных препаратов в сельскохозяйственной биотехнологии, направленных на снижение антибиотической нагрузки на агроэкосистемы и повышение устойчивости агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Стародубов В.И., Береговых В.В., Акимкин В.Г., Козлов Р.С., Тутельян А.В. Антибиотикорезистентность – важнейший вызов России: научные и практические аспекты, пути решения // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2024. – Т. 79. – № 6. – С. 539–550.
2. Napoleão T.H., Lira T.L.D.S., Pontual E.V., Ferreira G.R.S., da Silva P.M. Lectins as Natural Antibiofilm Agents in the Fight Against Antibiotic Resistance: A Review // Molecules. – 2025. – Vol. 30. – No. 16. – P. 3395.
3. Мухаммадиев Р.С., Мухаммадиев Р.С., Шангараев Р.И., Нестерова И.А., Фазулзянов И.Р., Мифтахов Н.Р., Багаева Т.В. Изучение способности изолятов гриба рода *Rhizoctonia* к синтезу лектинов, обладающих антибактериальными свойствами // Ветеринарный врач. – 2025. – № 6. – С. 139–145.
4. Мухаммадиев Р.С., Мухаммадиев Р.С., Валиуллин Л.Р., Фазулзянов И.Р., Шангараев Р.И., Хусаинова Г.И., Багаева Т.В. Оценка влияния состава питательной среды на биосинтез мицелиальных лектинов микромицета *Rhizoctonia solani* RS // Ветеринарный врач. – 2025. – № 4. – С. 110–117.

<https://doi.org/10.26898/2026-127>
УДК 630*23(511.53)

АНАЛИЗ РАБОТ ПО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ В ИРКУТСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЗА 2023-2025 ГОДЫ

Мушанов Г.К., студент,

Чудновская Г.В., канд. биол. наук, доцент

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск, Россия
e-mail g.chudnowskaya2011@yandex.ru

Аннотация. С целью проведения анализа эффективности работ по лесовосстановлению и лесоразведению в Иркутском лесничестве за 2023–2025 годы проведен сбор данных на территории Иркутского лесничества в пределах Гороховского и Хомутовского участков лесничеств который показал, что объемы компенсационного лесовосстановления стабильно превышают плановые показатели, при этом, лесопромышленный комплекс Иркутского лесничества, осуществляя деятельность на лесных участках, демонстрирует недостаточную активность в обеспечении качественного лесовосстановления в достаточных объемах.

Ключевые слова: искусственное и компенсационное лесовосстановление, Иркутская область

Иркутская область выделяется как наиболее лесистый регион России, где 83 % территории покрыто лесами. Значительная часть этих лесов предназначена для промышленного использования. В последнее время темпы лесозаготовок в регионе возросли и теперь превышают естественные возможности лесов к восстановлению. В связи с этим искусственное лесовосстановление признано наиболее перспективным методом. Оно позволяет оперативно создавать новые лесные массивы с нужным составом пород, особенно на больших площадях, пострадавших от пожаров (прежде всего на участках, где нет источников получения семян), а также на вырубках и нарушенных землях, подлежащих рекультивации. При этом для достижения максимальной эффективности искусственного лесовосстановления, критически важен правильный выбор посадочного материала.

Процесс восстановления лесов занимает значительное время и может быть как результатом целенаправленных действий человека, так и природным явлением. Зачастую необходимость в лесовосстановлении возникает из-за человеческой деятельности, особенно после рубок, которые создают обширные безлесные пространства - вырубки. Помимо этого, такие территории могут появляться вследствие лесных пожаров, а также повреждений, вызванных вредителями или болезнями. В подобных случаях, после расчистки пострадавших участков, обычно требуется активное вмешательство для восстановления леса. Тем не менее иногда после вырубки или гибели деревьев лес способен восстановиться самостоятельно, без участия человека.

Одним из перспективных методов лесовосстановления в современной системе ведения лесного хозяйства, считают искусственное, поскольку оно позволяет в краткие сроки создать насаждения желательного породного состава на гарях, вырубках и нарушенных землях. При этом для увеличения его эффективности важную роль играет выбор того или иного вида посадочного материала [1].

Цель исследований – анализ эффективности работ по лесовосстановлению и лесоразведению в Иркутском лесничестве за 2023-2025 годы.

Сбор данных осуществлен на территории Иркутского лесничества в пределах Гороховского и Хомутовского участковых лесничеств. Объектом исследований были выбраны лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданные 2-летними сеянцами с закрытой корневой системой.

Процесс оценки эффективности выполнения плана по лесовосстановлению включал в себя анализ соответствия между фактически достигнутыми показателями и целевыми ориентирами, заданными в проекте и лесном плане региона [2-4] (рис. 1).

В 2023 году плановый показатель федерального проекта по площади лесовосстановления и лесоразведения был установлен на уровне 594,33 га. Фактически же этот показатель был перевыполнен на 745,31 га и составил 1339,64 га.

В 2024 году плановый показатель федерального проекта – 837,3 га. Фактическое выполнение показателя составило 876 га. В 2025 году плановый показатель федерального проекта – 859 га. Фактическое выполнение показателя составило 1878,55 га. Ежегодный анализ демонстрирует стабильное превышение плановых показателей компенсационного лесовосстановления.

В 2023 году федеральный проект по лесовосстановлению и лесоразведению изначально предусматривал показатель в 279,94 га. По итогам года этот план был составлен в 3,3 га.

В 2024 году федеральный проект – 140,6 га, фактически проект также значительно был занижен относительно плановых показателей на 98,5 га. В 2025 году – на 114,5 га, фактически было выполнено 101,9 га.

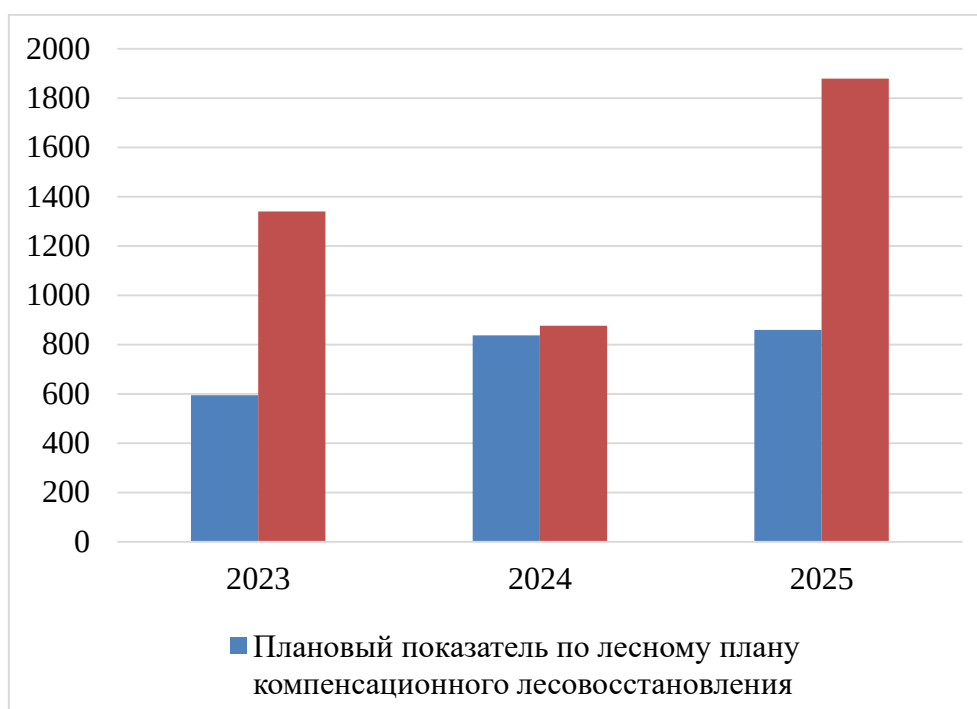


Рис. 1. Показатели площади компенсационного лесовосстановления и лесоразведения с 2023 по 2025 г. в Иркутском лесничестве, га

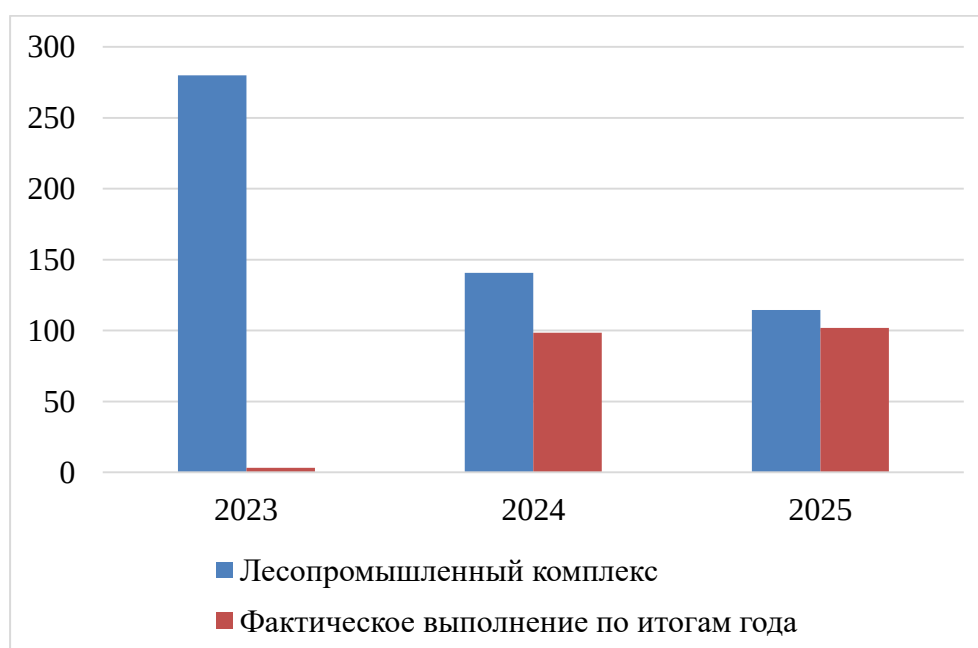


Рис. 2. Показатели площади лесовосстановления и лесоразведения лесопромышленного комплекса с 2023 по 2025 г. в Иркутском лесничестве, га

Вывод. Проведенный анализ показал, что объемы компенсационного лесовосстановления стабильно превышают плановые показатели. Однако лесопромышленный комплекс Иркутского лесничества, осуществляя деятельность на лесных участках, демонстрирует недостаточную активность в обеспечении качественного лесовосстановления в достаточных объемах.

Список литературы

1. Чудновская Г.В., Игнатъева С.И. Эффективность использование сеянцев с открытой и закрытой коревыми системами при искусственном лесовосстановлении // Чтения, посвящённые 100-летию со дня рождения Николая Сергеевича Свиридова: материалы Нац. науч.-практ. конф. (Иркутск, 26 янв. 2023 г.). – Иркутск: ИрГАУ, 2023. – С. 73-75.
2. Гончаров Д.О., Гончарова Е.С. Фактические объёмы выполнения мероприятий по лесовосстановлению в Иркутской области за 2019-2021 гг. // Чтения, посвящённые 100-летию со дня рождения Николая Сергеевича Свиридова: материалы Нац. науч.-практ. конф. (Иркутск, 26 янв. 2023 г.). – Иркутск: ИрГАУ, 2023. - С. 60-62.
3. Гончаров Д.О. Оценка эффективности выполнения плана по лесовосстановлению в Иркутской области за 2019-2021 гг. // Чтения, посвящённые 100-летию со дня рождения Николая Сергеевича Свиридова: материалы Нац. науч.-практ. конф. (Иркутск, 26 янв. 2023 г.). – Иркутск: ИрГАУ, 2023. - С. 70-72.
4. Официальный сайт министерства лесного комплекса Иркутской области [Электронный ресурс]. – URL: <https://irkobl.ru/sites/alh/>.

<https://doi.org/10.26898/2026-128>
УДК 619:615.9

МИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРМОВ ИЗ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ-ЭЛ

Потехина Р.М., канд. биол. наук, в.н.с.,

Юсупов С.А., канд. вет. наук, с.н.с.,

Хузин Д.А., д-р биол. наук, г.н.с.,

Лукина Г.Р., м.н.с.,

Калимуллин Ф.Х., канд. биол. наук, в.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия

e-mail: ramziya.potekhina@mail.ru

Аннотация. В статье представлены микологические исследования кормов, отобранных в весенне-летний период 2024 года в двух сельхозпредприятиях, находящихся в Звениговском и Приволжском районах Республики Марий-Эл. Необходимость исследования кормов была обусловлена дождливой и холодной погодой весной и летом 2024 года и плохой их сохранностью. Исследования кормов по выделению микроскопических грибов выполняли по общепринятой методике. Результаты исследований, проведенные на тест-объектах (*P. caudatum*) и кожных пробах, поставленных на кроликах показали выраженную токсичность 1 % отобранных проб, остальные пробы кормов имели слабую токсичность. Сено, в пробах с содержанием 3×10^3 КОЕ микромицет и большим количеством *Aspergillus fumigatus*, для скармливания животным оказалось не пригодным. Таким образом, проведенные микологические исследования кормов свидетельствуют, что для профилактики микотоксикозов необходим постоянный мониторинг качества кормов, особенно в весенне-летний период, когда могут возникнуть благоприятные климатические условия для распространения плесневых грибов. Микологические исследования позволяют своевременно исключить корма, пораженные плесневыми грибами, что значительно снижает угрозу распространения микотоксикозов у животных

Ключевые слова: корма, микологические исследования, плесневые грибы, микотоксины

Введение. Контаминация кормов плесневыми грибами родов *Fusarium*, *Penicillium* и *Aspergillus* представляют серьезную проблему в связи с возможностью возникновения микотоксикозов, в результате которых животные получают отравление и могут погибнуть.

Распространение плесневых грибов отмечается повсеместно - в воздухе, воде, на поверхности стен помещений, растениях, продуктах питания, но естественное их местообитание – почва разного состава, преимущественно регионов с теплым климатом [1]. Споры микромицет постоянно присутствуют в воздухе, обладают термо- и засухоустойчивостью, имеют небольшие размеры и легко переносятся воздушными потоками. Плесневые грибы быстро растут на различных субстратах практически повсеместно и, являясь продуцентами микотоксинов, причиняют значительные ущерб, нарушая технологии возделывания полевых культур, условия хранения урожая и качество готовой продукции. Известно около 400 видов микромицетов, образующих свыше 600 микотоксинов, которые накапливаясь в кормах снижают их качество, приводя к отравлениям и гибели животных [2-4]. В связи с вышеизложенным, микологический анализ кормов является важной диагностической процедурой для предупреждения и исключения микотоксикозов у животных и человека [5, 6].

Целью наших исследований было проведение микологических исследований кормов, полученных из двух сельхозпредприятий Звениговского и Приволжского районов Республики Марий-Эл.

Материалы и методы исследования. Пробы кормов, отбирали в весенне-летний период 2024 года из сельхозпредприятий Звениговского и Приволжского районов Республики Марий-Эл.

Исследования кормов по выделению плесневых грибов выполняли по методике, описанной Курасовой В.В. с соавт. [7]. ОЧГ (общее число грибов) определяли методом серийных разведений и последующим посевом на плотные агаризированные питательные среды, с последующим подсчетом суммарного количества грибов в 1 г. Общую токсичность проб кормов определяли по ГОСТ 31674-2012 на 3 видах тест-объектов: парамециях, на кроликах и белых мышах [8]. Эти методы дают возможность учитывать дермoneкротическое действие токсинов, а также их воздействие на пищеварительную систему теплокровных животных. Родовую и видовую идентификацию грибов проводили с помощью специальных определителей и атласов [9, 10].

Микологический анализ кормов, отобранных в двух сельхозпредприятиях Звениговского и Приволжского районов Республики Марий-Эл в весенне-летний период 2024 года показал широкое распространение грибов родов *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trioderma*, *Mucor*, *Rizopus* (см. таблицу).

Сложившиеся погодно-климатические условия весной и летом 2024 года создали благоприятные условия для высокой степени заражения зерна грибами рода *Fusarium* и привели к распространению фузариоза. Засушливое, дождливое, холодное лето, недостаток удобрений, наличие вредителей посевов зерна способствовали также развитию многих других микромицет. Так, повышенное содержание осадков, в сочетании с понижением температуры воздуха в фазах цветения и формированием зерна пшеницы привели к поражению растений *F. roae*. В свою очередь неблагоприятные погодные условия формировали возможность сохранения в почве и растительных остатках агрессивных возбудителей микромицет, таких как *F. graminearum*, *F. sporotrisioides* и др.

Исследования кормов на тест-объектах *P. caudatum* показали выраженную токсичность до 1 % отобранных проб, а остальные пробы кормов имели слабую токсичность. Кожная проба на кроликах была также положительной в 1 % проб. На белых мышах токсичность не регистрировалась. Следовательно, большая часть кормов была условно годной для кормления животных за исключение сена из сельхозпредприятия Приволжского района, контаминированного микромицетами *Aspergillus fumigatus*, которое было полностью исключено из рациона кормления животных. Результаты исследования также выявили

необходимость корректировки кормления в зависимости от вида и возраста животных и проведения дополнительных исследований для определения содержания микотоксинов в кормах [9]. Микологическими исследованиями, проведенными в весенне-летний период 2024 года в кормах, отобранных в двух районах Республики Марий-Эл, были выделены грибы рода *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rizopus*, *Trihoderma*. Общее число грибов в большей части обследованных кормов составляло 1×10^3 до 4×10^3 КОЕ/г корма, что не превышает ПДК.

Микологическая оценка степени пораженности кормов

Пробы кормов	Определение ОЧГ, КОЕ/г	Выделенные микромицеты	Определение токсичности изолятов на <i>P. caudatum</i>
Звениговский район			
Зерносмесь № 1	2×10^3	<i>F. poae</i> , <i>Mucor</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	Проба не обладала токсичностью
Зерносмесь № 2	1×10^3	<i>Penicillium</i> sp., <i>Trihoderma</i> sp., <i>Mucor</i> sp.	Проба не обладала токсичностью
Комбикорм	3×10^3	<i>F. graminearum</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>Mucor</i> sp., дрожжевые грибы	Проба не обладала токсичностью
Ячмень плющенный	2×10^3	<i>Fusarium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Rizopus</i> sp., <i>Trihoderma</i> sp., дрожжевые грибы	Проба не обладала токсичностью
Приволжский район			
Сено	3×10^3	<i>Fusarium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Mucor</i> sp.	Проба обладала токсичностью
Сенаж	1×10^2	<i>Penicillium</i> sp., <i>Mucor</i> sp.	Проба не обладала токсичностью
Комбикорм	4×10^3	<i>Fusarium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Mucor</i> sp.	Проба не обладала токсичностью
Зерносмесь № 3	3×10^3	<i>F. graminearum</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>Mucor</i> sp.	Проба не обладала токсичностью

Данные микологических исследований кормов полученные из двух сельхозпредприятий республике Марий-Эл, свидетельствуют, что для профилактики микотоксикозов необходим постоянный мониторинг качества кормов, особенно в случае возникновения благоприятных для распространения плесневых грибов климатических условий в весенне-летний период. Проведение микологических исследований кормов, позволяет диагностировать места, необходимые условия и время массового роста плесневых грибов, что дает возможность своевременно организовать профилактические мероприятия и значительно снизить угрозу распространения микотоксикозов у животных.

Список литературы

1. Гагкаева Т.Ю. и др. Фузариоз зерновых культур // Защита и карантин растений. – 2011. – № S5. – С. 2-3.
2. Потехина Р.М. и др. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным районам Поволжья // Вестник Марийского государственного университета. Сер.: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2019. – Т. 5. – № 2 (18). – С. 197-203.
3. Семенова С.А. и др. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 224. – С. 196-199.
4. Сагдеева З.Х. и др. Оценка общей токсичности кормов Республики Татарстан // Ветеринарный врач. – 2020. – № 5. – С. 59-65.

5. Potekhina R.M. et al. Biodiversity of mycelial fungi in fresh water in the territory of the park «Mari Chodra» of the Russian Federation // Systematic Reviews in Pharmacy. – 2020. – Vol. 11. – No. 12. – P. 1464-1472.
6. Потехина Р.М. и др. Плесневые грибы и пиогенные бактерии – причины болезней пальцев и копыт у коров // Ветеринарный врач. – 2021. – № 2. – С. 44-49.
7. Курасова В.В., Костин В.В., Малиновская Л.С. Методы исследования в ветеринарной микологии. – М.: Колос, 1971.
8. ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. – М.: Стандартинформ, 2014.
9. Методические указания по выделению и количественному учету микроскопических грибов в кормах, кормовых добавках и сырье для производства кормов: утв. Департаментом ветеринарии М-ва сельского хоз-ва РФ от 14 июля 2003 г. № 13-5-02/0827 [Электронный ресурс] // Система ГАРАНТ: сайт. – URL: <https://base.garant.ru>.
10. Гагкаева Т.Ю. и др. Сравнение методов выявления в зерне токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* // Микология и фитопатология. – 2017. – Т. 51. – № 5. – С. 292-298.

<https://doi.org/10.26898/2026-129>
УДК 502.175

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ БИОДИАГНОСТИКИ

Руднев М.О., студент

Научный руководитель – Степаненко Е.Е., канд. биол. наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, Россия
e-mail: maximzerozero999@gmail.com

Аннотация. В работе представлена технология контроля качества окружающей среды урбанизированных территорий на основе комплексной биодиагностики с использованием четырёх фитоиндикационных методов: оценки флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.), анализа состояния сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), индикации по лишайникам и частотам фенов клевера ползучего (*Trifolium repens* L.). Исследования проведены на 75 учётных площадках Ставрополя. По результатам биодиагностики выделены три зоны экологического состояния: условно чистая (15% территории), переходная (55%) и условно загрязнённая (30%). Выявлена положительная корреляция между методами ($0,74 \leq r \leq 0,94$), подтверждающая достоверность полученных данных. Предложенная технология обеспечивает экономически эффективную площадную оценку состояния среды при снижении затрат по сравнению с традиционными физико-химическими методами в 2,8 раза.

Ключевые слова: биодиагностика, фитоиндикация, урбанизированные территории, экологический мониторинг, антропогенная нагрузка

Современные системы экологического контроля, базирующиеся преимущественно на физико-химических методах анализа, не позволяют получить интегральную оценку пригодности среды для существования живых организмов. Биологический мониторинг дополняет инструментальные методы качественно новыми биотическими показателями, отражающими реальное «здоровье» экосистемы [1]. Комплексная биодиагностика с

применением растений различных таксономических групп обеспечивает всесезонный контроль и возможность оценки как фонового загрязнения, так и локального воздействия источников антропогенной нагрузки.

В основу разработанной технологии положен методический комплекс, включающий четыре фитоиндикационных метода. Оценка флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой проводилась по пяти морфометрическим промерам с расчётом коэффициента асимметрии (КА) и последующей интерпретацией по пятибалльной шкале: условно чистая зона ($КА < 0,040$), нарушенная ($0,040–0,044$), значительно нарушенная ($0,045–0,049$), неблагоприятная ($0,050–0,054$), крайне неблагоприятная ($> 0,054$) [2]. Для сосны обыкновенной определялся индекс продолжительности жизни хвои (Q) по формуле $Q = (B_1 + 2B_2 + 3B_3) / (B_1 + B_2 + B_3)$, где B_1 , B_2 , B_3 – количество деревьев с продолжительностью жизни хвои 1, 2 и 3 года соответственно. Дополнительно проводился морфометрический анализ хвои (длина, ширина, масса 1000 штук) и оценка повреждений (хлорозы, некрозы) [3].

Индикация по лишайникам осуществлялась методом линейных пересечений с расчётом проективного покрытия на высоте 150 см от комля ствола с северной стороны. Анализ видового состава и жизненных форм лишайников позволял выявлять ранние стадии деградации экосистем [4]. Индикация по клеверу ползучему базировалась на расчёте индекса соотношения фенов (ИСФ) по формуле $ИСФ = (100 \times n_1) / N$, где n_1 – число растений без «седого» рисунка, N – общее число учтённых особей. Значения $ИСФ \leq 30\%$ характеризовали чистые территории, $30–70\%$ – переходные, $> 70\%$ – загрязнённые [5].

Исследования охватили все функциональные зоны Ставрополя: лесные массивы (Русская Лесная Дача, Круглый лес, Таманская Дача и др.), сельскохозяйственные угодья, промышленные зоны (северо-западная, юго-западная, восточная), селитебные территории различной этажности. Коэффициент флуктуирующей асимметрии варьировал от 0,038 (урочище Русская Лесная Дача) до 0,060 (пересечение ул. Ленина и пр. Кулакова). Минимальные значения индекса Q (3,6–5,6) зафиксированы в промышленных и транспортно-селитебных зонах, максимальные (8,5–9,8) – в лесных массивах и на территории краевого кожнодиспансера. Проективное покрытие лишайниками составляло 17,7% в фоновых зонах и снижалось до 12,8% в зонах интенсивной автотранспортной нагрузки. Индекс соотношения фенов клевера ползучего не превышал 35% в селитебных зонах, что свидетельствует о нагрузке, близкой к предельно допустимой.

Комплексная интерпретация данных всех четырёх методов позволила провести экологическое зонирование территории Ставрополя. Условно чистую зону составили 15% площади города (преимущественно лесные массивы Русская Лесная Дача и Круглый лес), переходную – 55% (селитебные зоны с разной этажностью застройки), условно загрязнённую – 30% (территории в непосредственной близости от промышленных предприятий и магистральных транспортных артерий). Положительная корреляция результатов различных методов (коэффициент корреляции от 0,74 до 0,94) подтверждает достоверность полученной оценки и возможность взаимозаменяемости индикаторов при дефиците конкретных видов-биоиндикаторов. Экономическая эффективность предложенной технологии подтверждается снижением затрат на площадную экологическую оценку с 113 тыс. до 40 тыс. руб. на 1 км² по сравнению с традиционными методами.

Разработанная технология комплексной биодиагностики обеспечивает оперативное получение данных об экологическом состоянии урбанизированных территорий и может быть интегрирована в региональные системы экологического мониторинга. Полученные результаты представляют практическую ценность для органов государственного экологического контроля при принятии управленческих решений в области рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности городских экосистем.

Список литературы

1. Об охране окружающей среды: Федер. закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 25.06.2012) // СЗ РФ. – 2002. – № 2. – Ст. 133; СЗ РФ. – 2012. – № 26. – Ст. 3446.
2. Другов Ю.С. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: руководство. - 6-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2020. - 531 с.
3. Захаров В.М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. - М., 2001. - 78 с.
4. Нечитайло Т.С. Оценка загрязнения вод реки Калаус // Молодые аграрии Ставрополья. - 2023. - С. 26-28
5. Нечитайло Т.С., Степаненко Е.Е. Эффективность инновационной технологии контроля качества окружающей среды урбанизированных территорий // Аграрная наука и технологии. - 2024. - С. 121-124
6. Хаустов А.П., Редина М.М. Экологический мониторинг: учеб.пособие для вузов. - М.: Юрайт, 2016. - 489 с.
7. Экологический мониторинг: учеб.-метод. пособие. - Самара: СГСПУ, 2021. - 236 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-130>
УДК 631.421.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФЛЮОРОКАРБОНОВЫХ ЧАСТИЦ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ГРУНТЕ

Ручкина К.В.,

Мерзляков О.Э., канд. биол. наук, доцент

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Томск, Россия

e-mail: Ruchkinakristina99@mail.ru

Аннотация. В данной работе проведена оценка влияния волокон флюорокарбона на содержание органического углерода в грунте. В исследовании использовались грунт «Гарант» Универсал, загрязненный флюорокарбоном в различных концентрациях (0,1; 0,4 и 0,7%). Содержание органического углерода определялось методом мокрого сжигания по И.В. Тюрину. Результаты исследования продемонстрировали зависимость увеличения содержания органического углерода в грунте от концентрации флюорокарбона: при минимальной концентрации наблюдалось незначительное увеличение, в то время как более высокие концентрации повлияли на значительное увеличение данного показателя ($\pm 1\%$). Эти результаты подчеркивают необходимость дальнейших исследований, направленных на понимание механизмов взаимодействия микропластика с почвой и их долгосрочных последствий для экосистем.

Ключевые слова: микропластик, флюорокарбон, органический углерод, грунт, почвы

Проблема распространения микропластика (МП) в различных компонентах природной среды вызывает ряд научных дискуссий. Некоторые учёные [1–4] считают, что его присутствие в них вызывает негативные для окружающей среды процессы.

Одним из важных аспектов проблемы является взаимодействие МП с почвой – главным естественным хранилищем органического углерода ($C_{орг}$). Согласно результатам исследований, почва аккумулирует приблизительно половину мирового запаса $C_{орг}$, выполняя важную роль в поддержании баланса парниковых газов и сохранения стабильности климата [5].

Установлено, что микропластик, представляя собой преимущественно органические полимеры, содержит около 80–90% углерода [6], что даёт основания предполагать о его потенциальном влиянии на процессы формирования и трансформации органического углерода после поступления его в почву.

Во-первых, в результате деградации и выщелачивания МП может способствовать накоплению органического углерода в почвенном профиле, влиять на гумификацию и дальнейшую полимеризацию растворенного органического вещества, тем самым косвенно влияя на его стабильность [7].

Во-вторых, МП может оказывать воздействие на различные изменения в структуре почвенного микробного сообщества, экспрессии функциональных генов и активности ферментов [8].

В-третьих, отмечается, что загрязнение МП может осложнять точное измерение органического углерода в почве некоторыми методами, с возможным завышением его содержания, где увеличение будет более интенсивно в почвах с низким содержанием углерода [9]. Так, применяемый в настоящем исследовании метод мокрого сжигания по И.В. Тюрину [10] включает высокотемпературный пиролиз пробы с последующим окислением смесью бихромата калия с серной кислотой, где присутствие частиц МП может приводить к искажению результатов вследствие достижения температуры горения или плавления частиц, выделяя углерод в различных формах. Поэтому важно определить, насколько существенным фактором является наличие МП в почве при оценке запасов органического углерода в ней.

Флюорокарбон (фторкарбон) – это синтетический полимер класса фторопластов, отличающийся низкой плотностью и высокой химической стойкостью, что делает его распространённым материалом в различных промышленных отраслях. Однако его устойчивость к разложению также вызывает беспокойство, так как он может накапливаться в окружающей среде и оказывать негативное воздействие на экосистемы, включая почвенную среду.

Целью настоящего исследования является оценка влияния волокон флюорокарбона на содержание органического углерода в грунте [10].

Исследование проводилось с использованием грунта «Гарант» Универсал. В качестве волокон флюорокарбона – использовалась прозрачная леска для зимней рыбалки Dunaev Fluorocarbon (толщиной 0,117 мм). Размер волокон варьировался от 0,5 до 1 мм. Концентрации МП составили 0,1; 0,4 и 0,7% (масс./масс., весовое отношение микропластика к воздушно-сырому грунту). Анализ проб проводился в трёхкратной повторности с целью повышения достоверности полученных экспериментальных данных. Также были предусмотрены контрольные пробы без добавления МП. Пробы грунта предварительно стерилизовались в сушильном шкафу, чтобы свести к минимуму микробное загрязнение и последующее влияние на эксперимент. Во всех пробах было определено содержание $C_{орг}$: перед загрязнением МП, непосредственно после, через 3 и 6 месяцев.

Полученные результаты показывают неоднозначность влияния различных концентраций флюорокарбона на содержание $C_{орг}$ в исследуемом грунте. Так, при минимальной концентрации 0,1% изменений в содержании $C_{орг}$ практически не наблюдалось.

При повышении же концентрации МП до 0,4 и 0,7% наблюдается увеличение содержания органического углерода на уровне порядка $\pm 1\%$, что превышает погрешность стандартных процедур определения органического углерода, а значит, выявленные эффекты выходят за пределы обычной статистической неопределенности. Как указывалось выше, применяемый метод анализа, разработанный И.В. Тюриным [10], предполагает высокие температуры обработки и использование сильных окислителей. Следовательно, присутствующий в пробах МП мог вступать в реакцию с химическими реактивами, приводя к искусственному увеличению содержания углерода (см. таблицу). Этим можно объяснить,

почему содержание органического углерода оставалось практически неизменным через 3 и 6 месяцев после начала эксперимента.

Содержание $C_{орг}$ в грунте до и после добавления флюорокарбона

Концентрации МП, %	Первоначальное измерение $C_{орг}$ до загрязнения МП, %	Измерение после загрязнения МП	Измерение $C_{орг}$ через 3 месяца, %	Измерение $C_{орг}$ через 6 месяцев, %
0,1	5,50±0,006	5,54±0,076	5,72±0,330	5,83±0,160
0,4		5,48±0,011	6,28±0,203	6,50±0,291
0,7		5,59±0,085	6,43±0,145	6,69±0,490

Факт обнаружения даже небольшого роста $C_{орг}$ в присутствии микропластика требует дальнейшего более тщательного изучения.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают сложность взаимодействия между микропластиком и органическим углеродом в почве, а также необходимость дальнейших исследований для более глубокого понимания этих процессов, поскольку изучаемый диапазон концентраций позволил выявить лишь начальные проявления динамики процесса. Требуется проведение дополнительных исследований с повышением концентрации, более длительными сроками наблюдения и применением альтернативных методов определения органического углерода в грунте с целью сопоставления и верификации имеющихся результатов.

Список литературы

1. Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks / D. He et al. // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2018. – Vol. 109. – P. 163–172. DOI: 10.1016/j.trac.2018.10.006.
2. Sources, pollution, and ecological impacts of soil microplastics: a review / X. Wang et al. // Environmental Chemistry and Safety. – 2025. – Vol. 1 (3). – P. 9600042. DOI: 10.26599/ECS.2025.9600042.
3. Chae Y., An Y.J. Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: a review // Environ. Pollut. – 2018. – Vol. 240. – P. 387–395.
4. Elizalde-Velazquez G.A., Gomez-Olivan L.M. Microplastics in aquatic environments: a review on occurrence, distribution, toxic effects, and implications for human health // Sci Total Environ. – 2021. – Vol. 780. – P. 146551. DOI: 10.1016/j.scitotenv.
5. Global stocks and capacity of mineral-associated soil organic carbon / K. Georgiou et al. // Nat Commun. – 2022. – Vol. 13 (1). – P. 3797. DOI: 10.1038/s41467-022-31540-9.
6. Microplastics alter soil carbon cycling: Effects on carbon storage, CO₂ and CH₄ emission and microbial community / S. Chang et al. // Cambridge Prisms: Plastics. – 2024. – Vol. 2. – P. e5. DOI: 10.1017/plc.2024.5.
7. Weinberg A.S., Abakumov E.V., Nizamutdinov T.I. Recent insights into microplastic pollution and Its effects on soil carbon: a five-year ecosystem review // Microplastics. – 2025. – Vol. 4 (2). – P. 18. DOI: 10.3390/microplastics4020018.
8. Effects of different microplastic types on soil physicochemical properties, enzyme activities, and bacterial communities / W. Guo et al. // Ecotoxicol Environ Saf. – 2024. – Vol. 286. – P. 117219. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2024.117219.
9. Kim S.W., Jeong S.W., An Y.J. Microplastics disrupt accurate soil organic carbon measurement based on chemical oxidation method // Chemosphere. – 2021. – Vol. 276. – P. 130178. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.130178.
10. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.

ВЛИЯНИЕ ДОЗ НАВОЗА И ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ НА РАСТЕНИЯ ПШЕНИЦЫ

Рычкова А.И.¹, магистрант,
Зюбанова Т.И.^{1,2}, канд. биол. наук, доцент, с.н.с.

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

²Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа –
филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Томск, Россия
e-mail: anyarychkova@gmail.com

Аннотация. Рост производства животноводческой продукции сопровождается увеличением объёмов навоза, что требует перехода на безотходные технологии переработки органических отходов, одной из которых является биотрансформация при помощи дождевых червей. Проведена оценка прямого воздействия *Eisenia fetida* на морфометрические параметры, физиолого-биохимические показатели и пораженность корневыми гнилями пшеницы при одновременной переработке навоза КРС (5–50%) в субстрате. Экспериментальные данные показывают, что присутствие червей существенно влияет на рост растений, содержание пигментов, азотный статус и устойчивость к патогенам при дозах навоза 20–30%.

Ключевые слова: *Eisenia fetida*, *Triticum aestivum*, переработка навоза, морфометрические параметры, пораженность корневыми гнилями

Введение. Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью поиска эффективных решений для повышения продуктивности и улучшения качества урожая, где ключевую роль играют органические удобрения, улучшающие структуру почвы и стимулирующие рост растений. Однако применение необработанных отходов животноводства, таких как навоз, может привести к негативным последствиям для окружающей среды и угнетать рост растений. Особенно актуальна эта проблема для предприятий, занимающихся разведением крупного рогатого скота, где объёмы производимого навоза требуют своевременной утилизации и переработки. Неправильная обработка и хранение навозных масс могут способствовать загрязнению почвенных вод и поверхностных водоемов, а также снижению плодородия почв. Поэтому важно переходить на безотходные методы ведения сельского хозяйства, применяя технологии трансформации отходов, включая вермикомпостирование [1].

Дождевые черви преобразовывают навоз в вермикомпост, отличающийся высоким содержанием питательных веществ и отсутствием патогенных микроорганизмов, что позволяет эффективно утилизировать отходы животноводства, снижая нагрузку на экосистемы и повышая плодородие почв [2, 3]. При этом исследований непосредственного влияния червей на рост и развитие растений остаётся недостаточно, в связи с чем целью данной работы является оценка воздействия дождевых червей *Eisenia fetida*, находящихся в зоне ризосферы пшеницы и одновременно перерабатывающих навоз КРС в различных дозах, на морфометрические, физиолого-биохимические показатели и резистентность к корневым гнилям на примере яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Ирень.

Материалы и методы. Объекты исследования: дождевые черви *Eisenia fetida* (Sav., 1826) и яровая пшеница *Triticum aestivum* L. (1753) сорта Ирень. Субстрат – верховой торф (pH = 7,1, влажность 80%) с внесением навоза КРС в дозах 5%, 10%, 20%, 30%, 50% от массы субстрата. Объем контейнеров – 2 л. Эксперименты проводили при интенсивности освещения – 9,9 кЛк, фотопериоде 16 часов, температуре 20...21 °С днем и 18...19 °С ночью. Эксперимент включал два дизайна: без интродукции и с интродукцией дождевых червей

Eisenia fetida. Субстрат выдерживали в течение недели, после чего в варианты с червями запускали 10 особей на контейнер и еще через неделю во все контейнеры высаживали пророщенные семена пшеницы (21 растение на контейнер). Продолжительность экспериментов – 49 суток.

Учитывали высоту растений, сырую и сухую массу, физиолого-биохимические параметры: индекс азотного баланса, относительное содержание хлорофиллов и флавоноидов в листьях среднего яруса с помощью анализатора Dualox 4 (Forse-A, Франция), а также распространённость и индекс развития корневых гнилей.

Данные обрабатывали с использованием программного обеспечения StatSoft STATISTICA 10.0. Результаты представлены в виде среднего арифметического значения с 95% доверительным интервалом ($M \pm 95\% \text{ ДИ}$) для нормально распределённых выборок на основе критерия Стьюдента при $p < 0,05$ или в виде медианы (M_e) для ненормально распределённых или малочисленных выборок. Статистическую значимость различий оценивали с помощью параметрического критерия Стьюдента или непараметрического критерия Манна – Уитни ($p < 0,05$).

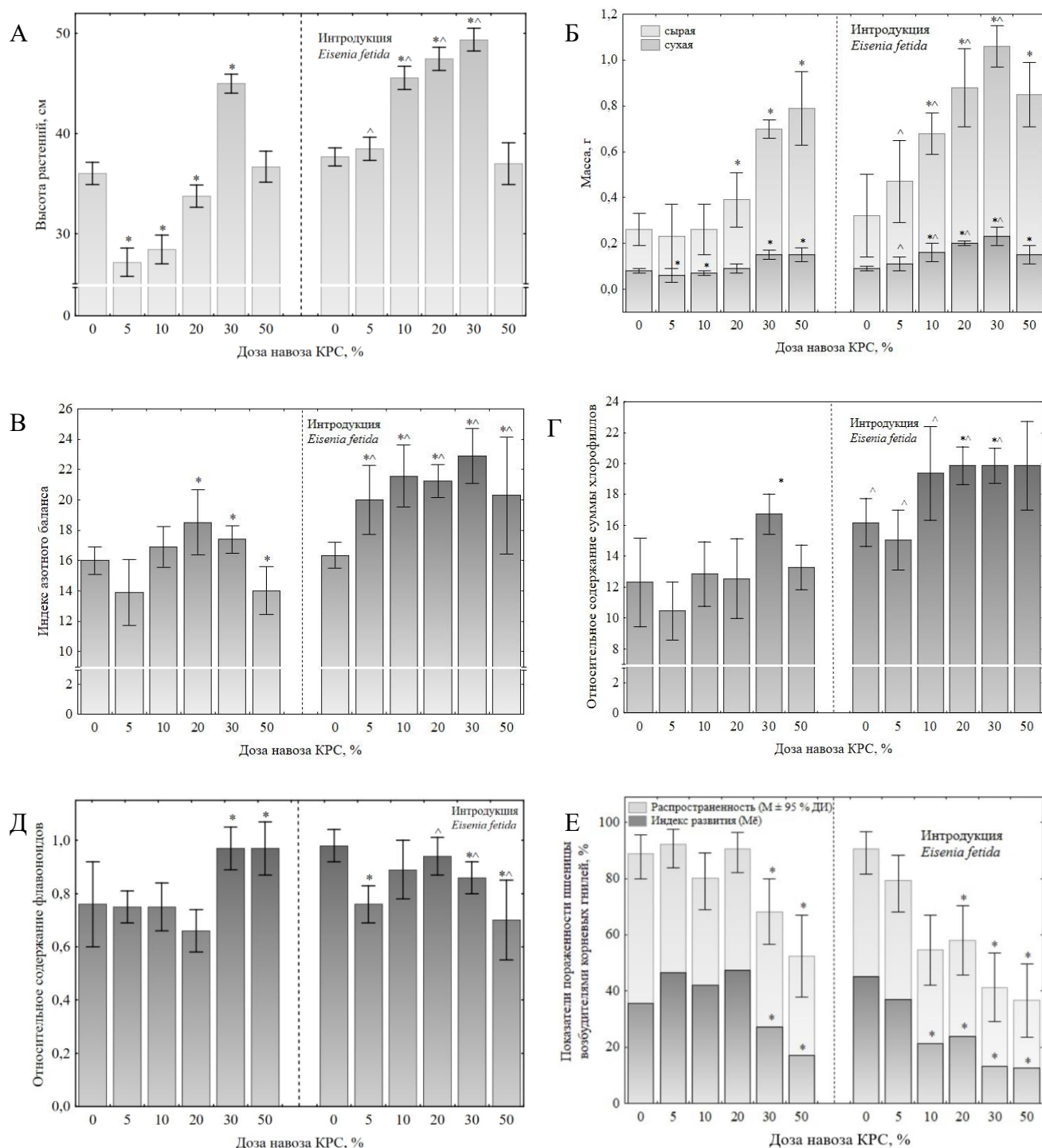
Результаты и обсуждение. Оценка влияния различных доз навоза на морфометрические параметры растений пшеницы показала, что при 5–20% наблюдалось снижение высоты растений относительно контроля на 6–25%, а при 30% навоза увеличивалась на 25% (см. рисунок). Биомасса растений имела максимальные значения при добавлении 30 и 50% навоза КРС в субстрат. В вариантах с интродукцией дождевых червей высота растений последовательно увеличивается с повышением доли органических отходов животноводства, статистически значимые отличия от контроля фиксировались в вариантах при 10–30% (прирост 21–31%, с максимумом при 30%), после чего при 50% наблюдалось снижение показателя. Аналогичная тенденция характерна для сырой и сухой массы, пик приходился на дозу 30% с последующим падением при 50%. Полученные данные соответствуют литературным сведениям о положительном эффекте органических удобрений на рост растений пшеницы с увеличением показателя [4], а также работам, демонстрирующим прямое и косвенное стимулирующее влияние дождевых червей на развитие растений [5–7].

В ходе изучения воздействия доз навоза на физиологические показатели растений пшеницы установлено, что при внесении 5% навоза индекс азотного баланса снижался на 36% относительно контроля, тогда как при 20–30% отмечался рост на 12–15% по сравнению с минимальными значениями. Содержание хлорофиллов в листьях растений при дозах навоза 10–20% оставалось на уровне контрольных значений, достигало максимума при 30%, а затем снижалось при 50% до контрольных величин. Относительное содержание флавоноидов в тканях листьев: минимум при внесении 20% навоза КРС, снижение относительно других вариантов составило 12–32%.

Интродукция червей в субстрат способствовала более высоким значениям измеряемых физиологических показателей у растений. Индекс азотного баланса имеет статистически значимые отличия от контроля во всех вариантах доз навоза, с максимумом при 30%. Относительное содержание хлорофиллов в листьях пшеницы увеличивалось на 20–25% при 10–50% навоза относительно контроля, а содержание флавоноидов снижалось на 4–29%, с минимальными значениями при внесении 5 и 50% навоза, а наибольшими при 20% навоза. Эти результаты согласуются с данными о положительном влиянии червей на ризосферную микрофлору и высвобождение доступного азота [6, 7], а также об увеличении содержания хлорофиллов до 25% под действием дождевых червей [7].

При оценке пораженности растений пшеницы возбудителями корневых гнилей установлено, что распространённость статистически значимо ниже контроля при 30 и 50% навоза в грунте – на 23 и 41%. Индекс развития заболевания изменялся аналогично: при 30–50% навоза показатель статистически значимо ниже на 24–52%. Наличие червей в грунте способствовало снижению распространённости на 36–60% при 10–50% навоза и индекса

развития заболевания – на 47–72%. Отмеченное снижение поражения корневыми гнилями, может объясняться способностью дождевых червей распространять полезные микроорганизмы – агенты биологической защиты, подавляющие фитопатогенные грибы [3].



Морфометрические параметры, физиолого-биохимические показатели
и пораженность корневыми гнилями яровой пшеницы сорта Ирень

при внесении различных доз навоза в субстрат и интродукции дождевых червей *Eisenia fetida*:

А – высота растений; Б – сырая и сухая масса надземной части растений; В – индекс азотного баланса;

Г – относительное содержание хлорофиллов; Д – относительное содержание флавоноидов; Е – пораженность пшеницы возбудителями корневых гнилей; * – статистически значимые отличия от контроля ($p < 0,05$);

^ – статистически значимые отличия от соответствующего варианта без интродукции червей ($p < 0,05$)

Таким образом, добавление навоза КРС в субстраты стимулировало рост растений пшеницы, приводя к увеличению биометрических показателей по мере повышения дозы и достижению максимума при 30% относительно контроля, тогда как 5–10% навоза оказывали менее выраженный эффект и в ряде случаев не улучшали, а даже снижали физиологические параметры (индекс азотного баланса, содержание хлорофилла), при этом низкие дозы (5–20%) повышали поражённость корневыми гнилями, а более высокие (30–50%) способствовали её снижению с минимумом при 50%. При интродукции дождевых червей стимулирующее действие навоза усиливалось: наибольшие морфометрические и физиолого-биохимические показатели (индекс азотного баланса, сумма хлорофилла и флавоноидов) наблюдались при дозах 10–30%, тогда как при 50% оказывались ниже, но сопоставимы или выше контроля, а поражённость корневыми гнилями последовательно снижалась с ростом дозы и достигала минимума также при 50%, что подчёркивает ключевую роль как дозы навоза, так и присутствия червей в оптимизации роста и фитосанитарного состояния пшеницы.

Список литературы

1. Бабенко А.С., Нин В.Д. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – № 1 (9). – С. 105–110.
2. Ермолов С.А. Обзор подходов к экологической классификации дождевых червей // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4. – № 4. – С. 1–40.
3. Edwards C.A., Arancon N.Q. Biology and ecology of earthworms. – New York: Springer US, 2022. – 567 p.
4. Бобренко И.А., Гоман Н.В., Невенчанная Н.М., Кормин В.П., Трубина Н.К., Лихоманова Л.М., Гараева Д.М. Формирование урожая зерна яровой пшеницы в зависимости от доз навоза КРС различных сроков хранения // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 3 (18). – С. 2.
5. Braga L., Yoshiura C., Borges C., Horn M.A., Brown G.G., Drake H.L., Tsai S.M. Disentangling the influence of earthworms in sugarcane rhizosphere // Scientific reports. – 2016. – Vol. 6. – No. 1. – P. 38923.
6. Зюбанова Т.И., Минаева О.М., Акимова Е.Е., Кириллова М.Е., Терещенко Н.Н. Влияние разных доз соломы и навоза в системах с червями *Eisenia fetida* на показатели роста растений салата и качество субстрата // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2024. – Т. 16. – № 2. – С. 70–92.

<https://doi.org/10.26898/2026-132>

УДК 595.762.12

К ИЗУЧЕНИЮ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ ЖУЖЕЛИЦ (*COLEOPTERA*, *CARABIDAE*), НУЖДАЮЩИХСЯ В ОСОБОЙ ОХРАНЕ НА КУБАНИ

Сердюк В.Ю.¹, с.н.с.,

Замотайлов А.С.², д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой

¹Кубанский научно-исследовательский центр «Дикая природа Кавказа», Краснодар, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия
e-mail: vladislav-serdyuk@yandex.ru

Аннотация. Организация систематического мониторинга популяций редких и охраняемых видов организмов является приоритетной задачей для своевременного пополнения сведений федеральных и региональных Красных книг, а также внесения важных поправок в документы Международного союза охраны природы и природных ресурсов.

В работе приведены данные о биологии и экологии трех редких и преимущественно охраняемых видов жуужелиц на Кубани: *Carterus gilvipes* (Piochard de la Brulerie, 1873), *Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758) и *Carabus clathratus* (Linnaeus, 1761), обнаруженных в ходе полевых исследований в Славянском районе Краснодарского края на протяжении ряда лет.

Ключевые слова: жуужелицы, охраняемые виды, биология, Краснодарский край

Жуужки-жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) входят в число наиболее интенсивно исследуемых организмов из числа почвенной мезофауны [1]. Широкий диапазон видового разнообразия, универсальность в выборе экологических ниш, участие в процессах биологического подавления вредоносных видов и информативность в качестве биоиндикаторов загрязненности окружающей среды обуславливают постоянный интерес ученых к данному семейству беспозвоночных организмов [2-4]. Большинство представителей этого семейства сталкиваются с серьезной угрозой исчезновения в результате прогрессирующей деградации природных экосистем, утратой необходимых биотопов и изменениями климатических условий, прежде всего, в агроэкосистемах. Особую озабоченность вызывают уникальные виды Carabidae, характерные для южных регионов России, отличающиеся ярко выраженной экологической специализацией и чувствительностью к изменениям окружающей среды. Именно эти виды требуют незамедлительных мер по охране и восстановлению численности популяций. Кроме того, учитывая очевидные проявления климатической трансформации в последнее десятилетие, представляется необходимым существенно усилить мониторинг ряда таксонов жесткокрылых, поскольку отдельные представители этих групп (например, виды рода *Carterus*) вполне могут перейти из группы охраняемых объектов в разряд потенциальных фитофагов, способных нанести ущерб ряду важнейших сельскохозяйственных культур, что приобретает особую актуальность для Краснодарского края, характеризующегося активным растениеводством и возделыванием широкого спектра культивируемых растений [5].

Эмпирическую основу настоящего исследования составили преимущественно результаты экспедиционной деятельности авторов, осуществленной в период с 2015 по 2024 год на территории Славянского района Краснодарского края. Координаты обнаруженных экземпляров приведены в представленной ниже таблице.

Координаты мест обнаружения редких видов жуужелиц в Краснодарском крае

№ п/п	Вид	Координаты	Год
1	<i>Carterus gilvipes</i> P.-B., 1873	45°14'06" с. ш., 38°07'53" в. д.	2018, 2019
2	<i>Calosoma sycophanta</i> L., 1758	45°14'05" с. ш., 38°07'55" в. д. 45°14'32" с. ш., 38°07'22" в. д.	2020
3	<i>Carabus clathratus</i> L., 1761	45°28'25" с. ш., 37°43'47" в. д. 45°32'08" с. ш., 38°04'10" в. д. 45°28'43" с. ш., 38°03'03" в. д. 45°25'51" с. ш., 37°44'28" в. д.	2015–2017, 2022

Особенности морфологии и биологии исследуемых видов жуужелиц

***Carterus gilvipes* (Piochard de la Brulerie, 1873).** Длина тела варьирует от 6 до 9 мм. Окраска покровов колеблется от красновато-коричневого до темно-бурого, практически черного оттенка. Поверхность тела глянцевая. Ноги окрашены в рыжий либо бурый цвета. Форма тела плоская, умеренно широкая, с широкой сердцевидной переднеспинкой и сравнительно укороченными надкрыльями, ширина которых не превышает ширину переднеспинки. Все тело покрыто густой пунктировкой и короткими прямыми темными волосками. Пунктировка передней спинки равномерная, грубая. На каждом промежутке надкрылий точки расположены в 2–3 нерегулярных ряда. Усики удлиненные, тонкие, длина

базального сегмента приблизительно соответствует сумме длин двух последующих сегментов. Перед глазами боковые поверхности головы снабжены бугорком, наружная часть которого практически прямая. Передний край переднеспинки выгнут дугообразно, ее передние углы отчетливо выступают вперед. Боковые края надкрылий позади ровные, лишены зубчиков. Наружный вершинный угол передних голеней вытянут в продолговатый заостренный придаток, лишенный боковых шипов. Крылья развиты. Подобно прочим представителям данного рода, предпочитает открытые ксерофитные биотопы [6]. Ведет подземный образ жизни, устраивая убежища в пустотах под крупными камнями. И личинки, и имаго – фитофаги, питаются семенами растений семейств зонтичных и подорожниковых. Являются фотоксенами. Взрослые жуки накапливают запасы семян внутри подземных ходов, служащие источником питания для развивающегося поколения личинок. В регионе взрослые особи зафиксированы на зерновых культурах, горохе, а также в ряде приусадебных участках Славянского района.

***Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758).** Размер имаго от 21 до 35 мм. Окраска тела черная, при этом голова и переднеспинка характеризуются темно-синим или сине-зеленым металлическим блеском, надкрылья зеленые с оттенком синего, золотистого или медного цветов. Щупики, усики и конечности черного окраса. Второй и третий антеннальные сегменты заметно уплощены, несут боковой остроконечный кант. Форма переднеспинки – сердцевидная, надкрылья широкие, укороченные, плечи выраженно округлены, промежутки междурядий равномерно выпуклые, неглубокие, первичные углубления едва различимы, но присутствуют. Старшая стадия личинки около 30–38 мм. Узкая вырезка расположена между центральными зубцами назале, стерниты брюшной полости имеют короткоовальную форму, девятый абдоминальный сегмент несет яркое оранжевое пятно у основания церок [6]. Данный вид широко распространен в широколиственных и хвойных лесных массивах Российской Федерации, парковых насаждениях, садово-парковых комплексах и искусственных защитных полосах. Отмечается многолетнее снижение численности в большинстве регионов [7]. Энтомофаг-хищник с активностью преимущественно дневного типа, рацион которого составляют главным образом гусеницы и куколки чешуекрылых массовых видов.

***Carabus clathratus* (Linnaeus, 1761).** Крупный жук размером от 25 до 31 мм. Телосложение массивное, поверхность тела черного цвета с темно-бронзовым верхним покровом. Жужелица золотистоямчатая выбирает в качестве основного местообитания переувлажненные участки возле водоемов, включая реки, ручьи, озера, окрестности лиманов, а также низкие заболоченные места вроде дна оврагов и долин [5]. Жук способен проникать и в близкие к воде леса и сельхозугодья с повышенной влажностью. Отличается низкой степенью экологической пластичности, предпочитая сырую местность, и демонстрирует типичный для себя режим питания мелкими беспозвоночными, моллюсками. Оптимально чувствует себя на сырых землях с плотной травяной дерниной, предпочтительно на торфяниках, топях, околородных лугах и берегах водоемов [8]. Способен кратковременно находиться под водой, ведя там активную охоту на мелкую живность, включая улиток, рачков и личинок насекомых, скрывающихся среди водной флоры.

Итогом многолетнего комплексного исследования, выполненного в течение 2015–2024 гг. на территории Славянского района Краснодарского края, стало обнаружение трех редких и подлежащих специальной охране видов жужелиц, занесенных в региональные и федеральную Красные книги. Полученные данные свидетельствуют о существовании крайне малочисленных популяций данных видов, сохранившихся в локальных экологически благополучных биотопах. Проведенное исследование подтвердило исключительную редкость выявленных видов и показало их низкую устойчивость к воздействию антропогенных факторов, что подчеркивает важность принятия срочных мер по охране этих уникальных элементов энтомофауны региона. Необходимо продолжить дальнейшие мониторинговые мероприятия, направленные на оценку состояния популяций, выявить дополнительные очаги

обитания и разработать специальные программы по их эффективной охране и восстановлению.

Список литературы

1. Булохова Н.А. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как биоиндикаторы почвенно-луговых условий в луговых ассоциациях // Вестник Брянского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 387-390.
2. Сердюк В.Ю., Замотайлов А.С., Бондаренко А.С. Агробιοлогические особенности и хозяйственное значение некоторых видов полевых жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 75. – С. 90-96. DOI: 10.21515/1999-1703-75-90-96.
3. Сердюк В.Ю., Замотайлов А.С., Белый А.И. Трофические связи доминантных видов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах лиманно-плавневой зоны Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 110. – С. 176-182. DOI: 10.21515/1999-1703-110-176-182.
4. Логвиновский В.Д., Кречетова Т.В. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как объект биоиндикационных исследований в условиях Северо-Запада России // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Химия. Биология. Фармация. – 2000. – № 2. – С. 108-111.
5. Замотайлов А.С., Сердюк В.Ю., Хомицкий Е.Е., Белый А.И. Новые данные о распространении и биологии некоторых редких видов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) на юге России // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2019. – Т. 4. – № 4. – С. 81-90. DOI: 10.24189/ncr.2019.066.
6. Красная книга Краснодарского края. Животные / отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б.И. Вольфов. – 3-е изд. – Краснодар, 2017. – С. – 720 с.
7. Никитский Н.Б., Замотайлов А.С., Власов Д.В. Пахучий красотел *Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758) // Красная книга Российской Федерации. Животные. – 2-е изд. – М., 2021. – С. 142-143.
8. Трушицына О.С., Астахов М.А. Новая находка жужелицы *Carabus clathratus* Linnaeus, 1761 (Coleoptera, Carabidae) в Рязанской области // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2021. – № 29. – С. 118-120.

<https://doi.org/10.26898/2026-133>
УДК 504.054

МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Счастливцев Е.Л., д-р техн. наук, в.н.с.,
Юкина Н.И., канд. техн. наук, с.н.с.,
Быков А.А., канд. физ.-мат. наук, с.н.с.

Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий,
Кемерово, Россия
e-mail: schastlivtsev@ict.sbras.ru

Аннотация. Традиционные методы производственного экологического контроля в угольной промышленности характеризуются низкой частотой измерений и точечным характером наблюдений, что не позволяет оперативно реагировать на динамику загрязнения. В работе предложен мультимодальный подход, объединяющий три компонента: 1) сеть

наземных сенсоров на базе промышленного интернета вещей (IIoT); 2) аэрокосмический мониторинг с использованием спутниковых данных Sentinel и мультиспектральных снимков БПЛА для оценки состояния растительного покрова (NDVI, LAI) и пылевого загрязнения; 3) расчётные модели рассеивания примесей с привязкой к метеоусловиям в реальном времени. Архитектура программно-аппаратного комплекса обеспечивает синхронизацию данных и их совмещение по территории, что позволяет выделять вклады отдельных источников, включая массовые взрывы, и оценивать фоновые концентрации. Пилотное внедрение на предприятиях Кузбасса подтвердило работоспособность подхода.

Ключевые слова: экологический контроль, мониторинг, измерения, спутниковые данные, атмосферное загрязнение, мультимодальные данные, угледобывающие предприятия

Введение. Угольная промышленность Кузнецкого бассейна обеспечивает более 60% добычи угля в России, однако интенсивная разработка месторождений сопровождается значительным техногенным воздействием на природные комплексы.

Действующая система производственного экологического контроля предусматривает точечные измерения с низкой периодичностью: атмосферный воздух – 1 раз в месяц, почвы и растительность – 1 раз в год. Такой подход не учитывает кратковременные, но критически значимые эпизоды загрязнения (массовые взрывы, пылевые штормы при ветре >10 м/с), которые определяют динамику деградации экосистем. Кроме того, временной промежуток между отбором пробы и получением лабораторных данных (до 30 суток) делает информацию непригодной для оперативного управления.

Цель исследования – разработка мультимодального подхода к мониторингу, обеспечивающего непрерывную оценку состояния природных ресурсов и их оперативную охрану в условиях интенсивной угледобычи.

Методы исследования. В исследованиях, проведенных в 2024-2025 гг., применен комплекс методов.

Наземный мониторинг. Развернута сеть из 6 стационарных постов на базе IIoT-датчиков (PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM₁₀, PM₁₀₀, NO₂, SO₂, CO, CO₂, метеопараметры) с частотой измерений 20 мин. Данные передаются по протоколу MQTT в облачное хранилище.

Для дистанционного зондирования использованы спутниковые данные Sentinel-2 (разрешение 10 м) для расчета индексов растительности (NDVI) и выявления зон деградации [1].

Расчетное моделирование. В комплекс встроена унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) ЭРА 4.0 [2], которая прошла экспертизу на соответствие нормативной модели рассеивания загрязняющих веществ [3]. Программа автоматически усваивает значений метеоданных с собственной метеостанции предприятия (обновление 20 мин). При штиле (< 0,5 м/с) расчет выполняется с перебором направлений ветра по кругу при скорости ветра 0,5 м/с. Результаты моделирования сравниваются с данными наземных измерений [4].

Результаты и обсуждение. Оперативное выявление критических эпизодов. Система зафиксировала 47 эпизодов превышения ПДК пыли в приземном слое в течение вегетационного периода 2024 г. 83% превышений были связаны с массовыми взрывами и последующим ветровым переносом пыли при скорости ветра 6–12 м/с. Традиционный мониторинг с месячной периодичностью зафиксировал бы не более 4–5 таких событий.

Оценка деградации растительного покрова. Основной рост растительности на пастбищах приходится на середину-конец июня (значения NDVI 0.8-1). В середине июля наблюдается увеличение доли сухой травы, связанной с заготовкой сена на зиму. Несмотря на относительно теплый сентябрь (средняя температура воздуха составляла около +12 °С, а первые отрицательные температуры были зафиксированы только 29 сентября), доля сухой травы в исследуемых районах достигала 76%. Кроме того, значения NDVI на территории пастбищ вблизи отвала «Северный» ниже, чем с западной стороны разреза «Бачатский». Это

связано с преобладанием западных ветров, переносящих пыль с разреза на пастбищные угодья, что приводит к снижению качества кормовой базы. Также увеличение площадей отвалов, которые занимают территории пастбищ, ставят под угрозу традиционное животноводство.

Выделение фоновых концентраций и вкладов источников. Разработанный алгоритм определения фоновых условий позволил количественно оценить вклад угледобывающего предприятия в общее загрязнение [4]. В пос. Беково средний вклад разреза в среднегодовую концентрацию пыли в летний период составил 41%, тогда как в зимний период (отопительный сезон) – 27% за счет существенного увеличения вклада источников автономного теплоснабжения и отопительных котельных.

Заключение. Предложенный мультимодальный подход обеспечивает непрерывную оценку состояния природных ресурсов; позволяет оперативно выявлять критические эпизоды загрязнения и принимать превентивные меры; дает возможность количественно оценивать вклад отдельных источников; создает основу для пространственно-временного прогнозирования деградации экосистем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий.

Список литературы

1. Шатилов Д.А., Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Куприянов О.А. Изменение флористического состава в результате реконструкции растительного покрова на отвалах угольных предприятий Кузбасса // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. - Вып. 29. - С. 45-66.
2. УПРЗА ЭРА 4.0 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.meteorf.gov.ru/activity/ecology/evm/evm_programs/ (дата обращения: 17.02.2026).
3. Об утверждении методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 (зарегистрирован в Минюсте России 10.08.2017 № 47734).
4. Счастливцев Е.Л., Корчагина Т.В., Юкина Н.И., Быков А.А. Анализ данных мониторинга загрязнения атмосферы в зоне влияния предприятия по открытой добыче угля // Сборник трудов РАНИМИ. – Донецк, 2025. – № 5 (43). – С. 7-26

МАРКЕРЫ ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ ПРИ СОЧЕТАННОМ МИКОТОКСИКОЗЕ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО СРЕДСТВА

Тарасова Е.Ю., канд. биол. наук, в.н.с.,
Матросова Л.Е., д-р биол. наук, в.н.с.,
Кашеваров Г.С., канд. биол. наук, с.н.с.,
Танасева С.А., канд. биол. наук, в.н.с.,
Хаммадов Н.И., канд. биол. наук, в.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности, Казань, Россия
e-mail: vnivi@mail.ru

Аннотация. Анализ интегральных индексов иммунологической реактивности при сочетанном микотоксикозе выявил признаки выраженного системного воспаления, сопровождающегося угнетением иммунного ответа. Установлено, что применение интегральных лейкоцитарных индексов при оценке состояния гомеостаза в условиях сочетанного микотоксикоза позволяет охарактеризовать степень выраженности воспаления, эндогенной интоксикации и уровня иммунологической реактивности. Эти индексы могут служить прогностическими критериями для оценки эффективности профилактических средств при микотоксикозах. Результаты подтверждают целесообразность применения разработанного в Федеральном центре токсикологической, радиационной и биологической безопасности полифункционального средства для эффективной профилактики сочетанных микотоксикозов.

Ключевые слова: сочетанный микотоксикоз, белые крысы, лейкоцитарный профиль, лейкоцитарные индексы, неспецифическая резистентность, профилактика, средство

Введение. Микотоксины присутствуют практически во всех кормах, используемых в животноводстве, и их воздействие может проявляться в виде нарушений иммунологического статуса, репродуктивной функции, продуктивности и т.д. [1, 2]. Часто встречается совместное загрязнение кормов микотоксинами (зеараленоном, Т-2 токсином, афлатоксином В₁), проявляющих синергическую токсичность [3]. Помимо значительных экономических потерь в сельском хозяйстве, биологическое накопление микотоксинов в пищевой цепи может приводить к крайне токсичным последствиям для людей и животных [4].

Хотя использование связывающих микотоксины агентов (адсорбентов) является распространенной стратегией противодействия, учитывая большое разнообразие химических структур микотоксинов, совершенно очевидно, что для эффективной профилактики и лечения микотоксикозов должны использоваться полифункциональные средства.

В настоящее время продолжается поиск доступных маркеров иммунологической реактивности, с помощью которых можно объективно оценивать наличие воспалительного процесса, эндогенной интоксикации, состояние иммунологической реактивности у животных при микотоксикозе, а также эффективность средств профилактики. Одними из таких маркеров являются интегральные гематологические индексы, рассчитываемые на основании результатов общего анализа крови. Кровь служит внутренней интегральной средой, играющей главную роль в неспецифических и специфических реакциях защиты организма и тем самым влияющей на его реактивность и резистентность. На развитие воспалительного процесса в организме кровь отвечает соответствующими изменениями клеточного состава. Учитывая физиологические функции и специфические свойства лейкоцитов и их

субпопуляций, с учетом значений интегральных гематологических индексов, в том числе лейкоцитарных, можно судить о состоянии организма и его изменениях при патологических процессах [5-7].

В связи с этим целью исследования являлась оценка интегральных гематологических индексов при сочетанном микотоксикозе белых крыс на фоне применения полифункционального средства, разработанного в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Состав полифункционального средства тщательно проработан с учетом патогенеза микотоксикозов и включает компоненты, обладающие адсорбционными, антиоксидантными, иммуномодулирующими и гепатопротекторными свойствами (галлуазит, шрот расторопши, метионин, глюкозаны).

Материал и методы. В ходе исследования была разработана 21-дневная модель подострого сочетанного Т-2, афла-, зеараленон микотоксикоза на белых крысах с исходной массой тела 150–170 г. Животные методом аналогов были распределены на три группы (n = 12): группа 1 (интактный контроль) получала базовый рацион; группа 2 (токсический контроль) – базовый рацион, контаминированный кристаллическими микотоксинами в дозах: афлатоксин В₁ – 2,5 мг/кг, Т-2 токсин – 5 мг/кг, зеараленон – 2,0 мг/кг корма; группа 3 – тот же контаминированный рацион с добавлением разработанного в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» полифункционального средства в концентрации 0,25 % от рациона.

Содержание животных на протяжении всего эксперимента соответствовало зоогигиеническим нормативам; рацион был сбалансирован по питательным веществам и физиологическим потребностям. Вода предоставлялась *ad libitum*.

Забор крови для исследований осуществляли 21 сутки. Для гематологического анализа использовали вакуумные пробирки с КЗ-ЭДТА (MiniMed), определение лейкоцитарного профиля проводили на автоматическом гематологическом анализаторе Mindray BC 2800.

По лейкограмме проведен расчет следующих интегральных лейкоцитарных индексов: индекс напряженности и адаптации (индекс Гаркави) как соотношение лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам; лимфоцитарный индекс (ЛИ) как соотношение лимфоцитов и нейтрофилов, индекс соотношения нейтрофильных гранулоцитов и моноцитов по В.М. Угрюмовой (ИСНМ), индекс сдвига лейкоцитарной формулы (ИС) как соотношение миелоцитов, метамиелоцитов и палочкоядерных нейтрофилов к сегментоядерным нейтрофилам; лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛГИ); индекс Рейса как соотношение суммы нейтрофилов к сумме моноцитов, лимфоцитов и эозинофилов, а также индекс соотношения миелоцитов, метамиелоцитов, палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов к лимфоцитам (ИСНЛ) [5, 6, 8].

Статистическая обработка данных включала расчёт среднего арифметического (М) и стандартного отклонения ($\pm$ Sd). Для оценки статистической значимости межгрупповых различий применяли непараметрический U-критерий Манна – Уитни с поправкой Бонферрони для множественных сравнений (уровень значимости $\alpha = 0,05$). Анализ выполняли с использованием программного обеспечения Statistica 6.0 и MS Excel.

Результаты. У крыс группы токсического контроля регистрировали достоверно сниженное ($p < 0,001$) по сравнению с крысами биологического контроля содержание лимфоцитов ($34,33 \pm 1,49$ %), тогда как в профилактируемой третьей группе снижение было недостоверным и составило 9,67 %. В лейкограмме второй группы крыс отмечали сравнительно высокое ($p < 0,001$) количество палочкоядерных нейтрофилов ($7,50 \pm 0,68$ %), тогда как в третьей группе крыс содержание составило $2,00 \pm 0,68$ %. Содержание сегментоядерных нейтрофилов превышало показатели группы биологического контроля соответственно на 29,39 % ($p < 0,001$) и 10,14 % во второй и третьей группах крыс. Также у крыс второй группы отмечено повышенное содержание эозинофилов и сниженное содержание моноцитов, однако эти изменения носили недостоверный характер. Так содержание эозинофилов к 21 суткам исследования повышалось на 19,76 % против 9,58 % у

крыс профилируемой группы, а моноцитов снижалось до $1,50 \pm 0,64$ и $4,52 \pm 1,05$ соответственно.

Развитие сочетанного микотоксикоза было сопряжено с выраженной воспалительной реакцией на фоне снижения иммунологической реактивности, что отражалось в увеличении индекса сдвига лейкоцитарной формулы (ИС) влево во второй группе в 2,54 раза ($p < 0,001$), тогда как на фоне применения полифункционального средства сдвига лейкоцитарной формулы не происходило.

Повышение индекса Рейса у крыс второй группы в 3,28 раза указывало на эндогенную интоксикацию на фоне воспаления, менее выраженную в третьей группе крыс. Определение лейкоцитарного индекса интоксикации Рейса, характеризующего реакцию организма на интоксикацию и распад тканей, считается одним из эффективных методов оценки эндогенной интоксикации различного генеза [8]. Индекс Гаркави, ЛИ, ЛГИ снижались во второй группе на 67,19 % ($p < 0,001$), 69,78 % ($p < 0,001$), 69,17 % ($p < 0,001$), что свидетельствовало о наличии лимфопении и неполноценности иммунного ответа при воспалительной реакции, тогда как в третьей группе индексы снижались менее выражено (22,92 % ($p < 0,05$), 23,08 % ($p < 0,05$) и 22,88 % ($p < 0,05$)). Более выраженное понижение ЛИ у крыс второй группы можно расценить как связанное с тенденцией к незавершенности иммунных реакций. Изменения ЛИ указывают на недостаточный ресурс адаптационных механизмов организма (несбалансированность иммунного ответа клеток крови), поскольку лимфоциты как одно из ведущих звеньев иммунитета отражают реакции адаптации [9].

Индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов (ИСНЛ) является новым биомаркером системного воспаления, тесно связанным с иммунным ответом. В группе крыс токсического контроля он повышался в 3,29 раза ($p < 0,001$), в профилируемой группе – 1,29 раза. Повышение индекса ИСНЛ свидетельствует об интенсификации воспалительных процессов в организме и связано с повышением основной популяции лейкоцитов периферической крови – сегментоядерных нейтрофилов [7, 8].

ИСНЛ, ИСНМ, ЛГИ рассчитывались для оценки активности клеточных факторов неспецифической реактивности и резистентности организма. ИСНМ служит независимым фактором риска тяжелого заболевания. В нашем исследовании этот показатель во второй группе крыс был в 5,78 раз ($p < 0,001$) выше, чем в группе интактных крыс, тогда как в третьей группе только в 1,20 раза.

Заключение. Результаты исследования показали, что интегральные гематологические индексы у крыс группы токсического контроля свидетельствовали о развитии выраженного воспалительного процесса на фоне снижения иммунологической реактивности организма с преобладанием активности фагоцитарного звена иммунитета.

Установлено, что применение интегральных лейкоцитарных индексов при оценке состояния гомеостаза в условиях сочетанного микотоксикоза позволяет охарактеризовать степень выраженности воспаления, эндогенной интоксикации и уровня иммунологической реактивности. Эти индексы могут служить прогностическими критериями для оценки эффективности профилактических средств при микотоксикозах.

Результаты подтверждают целесообразность применения разработанного в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» полифункционального средства для эффективной профилактики сочетанных микотоксикозов.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Юсупова К.В., Мишина Н.Н., Стрельцова Я.Б. и др. Оценка экономической эффективности применения комплексного адаптогенного средства для профилактики микотоксикоза цыплят-бройлеров // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 51-59.
2. Самсонов А.И., Мишина Н.Н., Нестерова И.А. и др. Влияние различных концентраций фузариотоксинов на жизнеспособность клеток линии MDBK // Ветеринарный врач. – 2025. – № 4. – С. 50-56.
3. Тарасова Е.Ю., Хаммадов Н.И., Матросова Л.Е. и др. Оценка протективного эффекта разработанных профилактических комплексов на целостность ДНК при экспериментальном сочетанном микотоксикозе // Ветеринарный врач. – 2022. – № 4. – С. 70-76.
4. Тремасов М.Я., Матросова Л.Е., Тарасова Е.Ю. Опыт применения пробиотика при микотоксикозах // Вестник ветеринарии. – 2009. – № 3 (50). – С. 38-41.
5. Шахов А.Г., Сашнина Л.Ю., Владимирова Ю.Ю. Маркеры иммунологической реактивности у свиноматок в фетальный период супоросности // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2022. – № 3 (20). – С. 172-179.
6. Шабунин С.В., Шахов А.Г., Сашнина Л.Ю. и др. Использование интегральных лейкоцитарных индексов для оценки воспалительного процесса, эндогенной интоксикации и иммунологической реактивности у поросят при желудочно-кишечных болезнях и эффективности проводимой терапии // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 4. – С. 35-42.
7. Мишина Н.Н., Семенов Э.И., Валиев А.Р. и др. Анализ адаптационного резерва клеточного и гуморального звеньев неспецифического иммунитета при лечении Т-2 токсикоза белых крыс // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 2 (23). – С. 105-119.
8. Бурдакова Е.А., Мартынова Н.С., Алимова Л.К. и др. Оценка интегральных гематологических индексов у госпитализированных пациентов с COVID-19 // Эффективная фармакотерапия. – 2024. – № 20 (11). – С. 22-26.
9. Taranto D.I., Amati A., Cincinelli G. et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio, leukocytic formula reversal and prevalence of large granular T lymphocyte leukemia in an italian monocentric rheumatoid arthritis cohort // Annals of the Rheumatic Diseases. – 2024. – Vol. 83 (1). – P. 1613-1614.

<https://doi.org/10.26898/2026-135>
УДК 619:615.9:577.2

ПОДБОР ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТВЕТА ОРГАНИЗМА СВИНЕЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКОТОКСИНОВ

Тарасова Е.Ю., канд. биол. наук, в.н.с.,
Хаммадов Н.И., канд. биол. наук, в.н.с.,
Матросова Л.Е., д-р биол. наук, в.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия
e-mail: vnivi@mail.ru

Аннотация. Климатические условия нашей страны являются благоприятными для жизнедеятельности токсиногенных грибов, что обуславливает высокий уровень контаминации кормов и, как следствие, широкую распространённость микотоксикозов у сельскохозяйственных животных, сопровождающихся иммуносупрессией, репродуктивными заболеваниями, снижением продуктивности поголовья и т.д. В связи с этим актуальна

разработка стратегий борьбы с микотоксинами, включая создание средств профилактики и терапии. Ключевым аспектом повышения эффективности таких стратегий является углублённое изучение патофизиологического ответа организма на интоксикацию и на применение защитных средств. Помимо классических методов, современная диагностика последствий интоксикации активно развивается в рамках метаболомики. Целью исследования являлся подбор генетических маркеров для определения ответа организма свиней на воздействие микотоксинов. В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи: обоснован выбор целевых цитокинов, как маркеров развития системного воспалительного ответа при микотоксикозе свиней, и проведён дизайн специфических олигонуклеотидных праймеров для последующего количественного анализа уровня экспрессии соответствующих генов.

Ключевые слова: микотоксины, ДНК, РНК, экспрессия, провоспалительные цитокины, свиньи

Введение. Микотоксины относятся к числу наиболее значимых биогенных контаминантов сельскохозяйственного сырья и продукции. Их патогенное воздействие отличается политропностью, охватывая гепатотоксические, нефротоксические, иммуносупрессивные, цитотоксические, генотоксические и репродуктивно-токсические эффекты, а также мутагенный, тератогенный и канцерогенный потенциал [1-3]. Ввиду высокой распространённости и выраженной токсичности, приоритетными объектами исследования являются афлатоксин В₁, зеараленон и Т-2 токсин, как по отдельности, так и при их комбинированном воздействии [4-6].

Одним из актуальных направлений в изучении механизмов сочетанного действия микотоксинов является анализ их влияния на экспрессию генов провоспалительных цитокинов. Супериндукция цитокинов может выступать ключевым звеном в реализации токсических и иммуномодулирующих эффектов данных соединений [7].

Патогенез, опосредованный микотоксинами, тесно связан с индукцией окислительного стресса, который, в свою очередь, активирует каскады провоспалительных медиаторов [8]. В частности, хроническая интоксикация микотоксинами рассматривается как фактор, способный нарушать редокс-гомеостаз кишечника и участвовать в патогенезе воспалительных заболеваний кишечника.

В связи с этим целью исследования являлся подбор генетических маркеров для определения ответа организма свиней на воздействие микотоксинов.

Материал и методы. Для оценки метаболического и иммунного ответа организма свиней на воздействие афлатоксина В₁, Т-2 токсина и зеараленона в качестве генетических маркеров воспаления были выбраны провоспалительные цитокины IL1 β , IL6 и IFN γ , являющиеся ключевыми медиаторами системного воспаления, острофазового ответа и клеточного иммунитета соответственно [9, 10].

Нуклеотидные последовательности целевых генетических маркеров свиней: Sus interleukin 1 beta (IL1b), mRNA; Sus interleukin 6 (IL6), mRNA; Sus interferon gamma (IFNG), mRNA были идентифицированы посредством поиска в базах данных Национального центра биотехнологической информации (NCBI). Анализ консервативности и встречаемости исследуемых нуклеотидных последовательностей проводили с использованием алгоритма BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). Дизайн олигонуклеотидных праймеров и зондов осуществляли в программной среде Vector NTI Advance 9.1.0 (Invitrogen, США). Для последующей количественной оценки уровня экспрессии генов методом ПЦР в реальном времени была синтезирована контрольная (стандартная) нуклеотидная последовательность, содержащая фрагменты всех исследуемых генов цитокинов.

В качестве исследуемого материала для апробации разработанных олигонуклеотидных затравок использовали образцы крови свиней. Для реакции амплификации, обратной транскрипции и лизиса ДНК использовали реактивы производства

ЗАО «Синтол», Москва, Россия (праймеры и зонды синтезировали в ЗАО «Евроген», Москва, Россия), согласно инструкции производителя (праймеры и зонд использовали в концентрации 0,5 нМ на объем реакционной смеси). Амплификация нуклеиновых кислот осуществлялась по следующей программе: 1) обратная транскрипция РНК при температуре 37 °С в течение 10 минут; 2) денатурация ДНК при температуре 95 °С в течение 2 минут; 3) 5 циклов, состоящих из: 10 секунд – при 95 °С, 30 секунд – при 59 °С; 4) 40 циклов, состоящих из: 10 секунд – при 95 °С, 30 секунд при – 59 °С. Детекция результата ПЦР происходит на каждом из 40 циклов третьей стадии ПЦР, при 59 °С по каналу Rox.

Результаты. В результате дизайна праймеров и зондов для ПЦР были определены нуклеотидные последовательности, представленные в таблице 1.

**Нуклеотидная последовательность разработанных праймеров и зондов
для генетической оценки экспрессии цитокинов у свиней**

Название	Последовательность 5' -> 3'
Sus IFNG F	gggtcctaagttagctctgggaaa
Sus IFNG R	gacttcttccgcttcttaggttagtc
Sus IFNG P	(Rox)cgcaaagccatcagtgaaactcatcaaagtg(BHQ2)
Sus IL1 F	gaccctaccctctccagccagtc
Sus IL1 R	aacagggtcattattgtgtcaccgtagttag
Sus IL1 P	(Rox)catagtagctgaacccgcaaggaagtga(BHQ2)
Sus IL6 F	gcttctgggtgagtgactgctt
Sus IL6 R	gattttgccgaggatgtacttaagtgtt
Sus IL6 P	(Rox)tggtcatcaccttggcatcttctcca(BHQ2)

Для оценки количественных показателей результатов амплификации выполнили дизайн нуклеотидной последовательности

«gggtcctaagttagctctgggaaagaccctaccctccagccagtcgcaaagccatcagtgaaactcatcaaagtgcatagtacctgaaccgccaaggaagtgagatctaaccctaagaaagcggaagagaagtcctaactacgggtgacaacaataatgacctgttgccttctgggtgatggctactgcctttgtgtggcatcaccttggcatcttctccaggttcctaagttagctctgggaaaaactcattaagtacatcctcggaataac», синтез которой в векторе pET28a(+) заказали в ЗАО «Евроген», Москва, Россия.

Количественную оценку уровня экспрессии мРНК (матричной РНК) целевых генов проводили методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Уровень экспрессии определяли по пороговому циклу амплификации (Ct), который обратно пропорционален исходному количеству матричной мРНК в пробе: более низкие значения Ct соответствуют более высокой исходной концентрации транскрипта и, следовательно, более высокой экспрессии гена.

Заключение. В результате проведенной работы были подобраны и апробированы генетические маркеры ключевых провоспалительных цитокинов. Полученные данные формируют методологическую основу для изучения метаболического и иммунного ответа организма свиней на воздействие микотоксинов, а также для объективной оценки эффективности средств профилактики и терапии микотоксикозов.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Юсупова К.В., Мишина Н.Н., Стрельцова Я.Б. и др. Оценка экономической эффективности применения комплексного адаптогенного средства для профилактики микотоксикоза цыплят-бройлеров // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 51-59.

2. Семенов Э.И., Мишина Н.Н., Мухарлямова А.З. и др. Микотоксины в органах как диагностический фактор и индикатор наличия микотоксинов в кормах // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – № 2. – С. 67-77.
3. Мишина Н.Н., Семенов Э.И., Алеев Д.В. и др. Экспериментальное обоснование использования поликомпонентного сорбента для детоксикации печени от микотоксинов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1 (49). – С. 114-121.
4. Садыкова А.Ш., Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е. Изучение сорбционной активности биосорбентов по отношению к Т-2 токсину // Ветеринарный врач. – 2021. – № 3. – С. 45-52.
5. Папуниди Э.К., Коростелева В.П., Тарасова Е.Ю. и др. Оценка качества мяса овец при Т-2 микотоксикозе на фоне применения антиоксидантов // Мясная индустрия. – 2014. – № 5. – С. 48-49.
6. Тарасова Е.Ю., Кашеваров Г.С., Саитов В.Р. и др. Изучение защитного действия профилактических комплексов на ультраструктуру гепатоцитов кроликов при сочетанном микотоксикозе // Ветеринарный врач. – 2023. – № 1. – С. 57-63.
7. Xu J., Li S., Jiang L. et al. Baicalin protects against zearalenone-induced chicks liver and kidney injury by inhibiting expression of oxidative stress, inflammatory cytokines and caspase signaling pathway // International Immunopharmacology. – 2021. – Vol. 100. – P. 108097.
8. Тарасова Е.Ю., Хаммадов Н.И., Матросова Л.Е. и др. Оценка протективного эффекта разработанных профилактических комплексов на целостность ДНК при экспериментальном сочетанном микотоксикозе // Ветеринарный врач. – 2022. – № 4. – С. 70-76.
9. Тарасова Е.Ю., Хаммадов Н.И., Матросова Л.Е. Провоспалительные цитокины в патогенезе микотоксикозов птиц // Ветеринария. – 2025. – № 5. – С. 51-55.
10. Тарасова Е.Ю., Хаммадов Н.И., Матросова Л.Е. Экспрессия мРНК провоспалительных цитокинов при сочетанном микотоксикозе // Проблемы медицинской микологии. – 2025. – Т. 27. – № 2. – С. 263.

<https://doi.org/10.26898/2026-136>
УДК 502.2.08:574

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НОРИЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

**Турчина Т.А.¹, д-р с.-х. наук, с.н.с.,
Янченко З.А.¹, канд. биол. наук,
Турчин М.Т.², аспирант**

¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики – филиал
Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН»,
Норильск, Россия

²Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова,
Новочеркасск, Россия

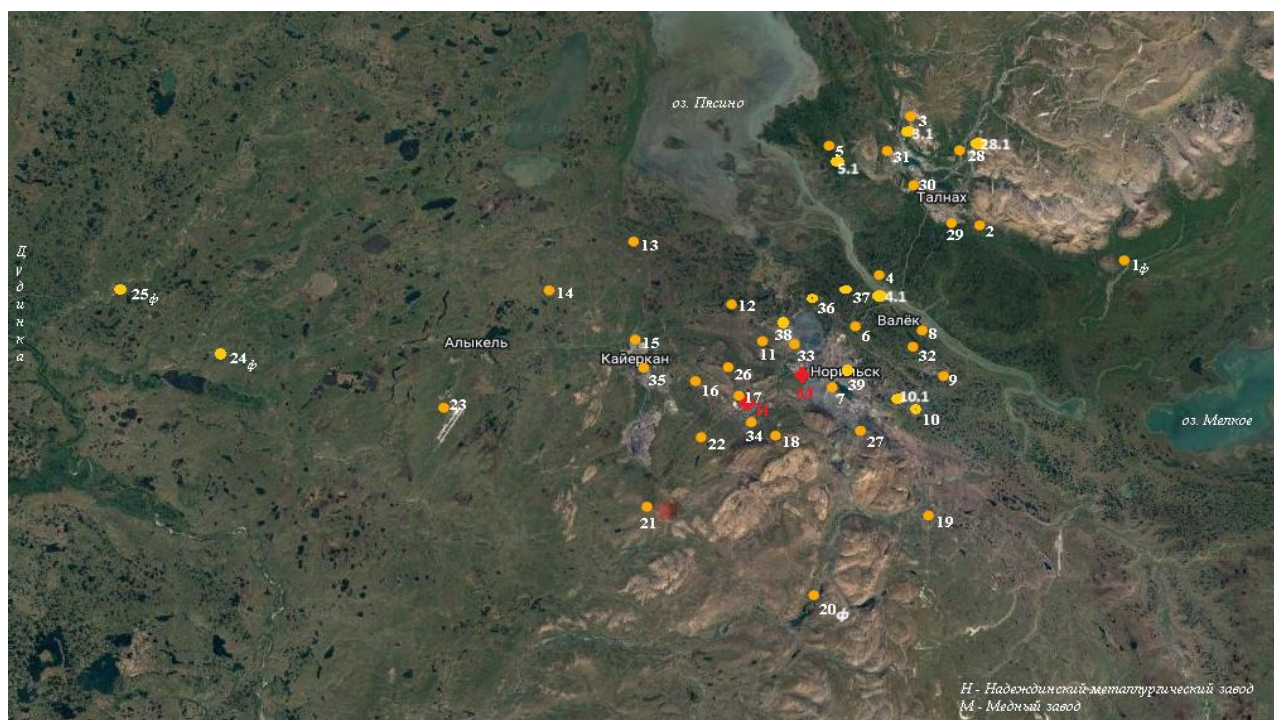
e-mail: tatturchina@mail.ru; yanchenko70@mail.ru; tmt1987@mail.ru

Аннотация. Исследован ионный состав снежного покрова (талых вод) территории Норильского промышленного района вне промышленных площадок объектов металлургии. Определены суммарные концентрации катионов, анионов, водорастворимых форм тяжелых металлов. По показателю общей минерализации ($3,1\text{--}335,6\text{ мг/дм}^3$) талые воды могут быть отнесены к ультрапресным (97,7% от общего количества точек проботбора) и пресным.

В целом преобладает анионный тип химического состава, доля водорастворимых форм тяжелых металлов не превышает 10,5% от общей минерализации талых вод. Отвергнута гипотеза о приоритетном вкладе объектов металлургии (Надеждинский металлургический завод, Медный завод) в загрязнение снежного покрова. Данные о локализации точек пробоотбора с максимальными показателями минерализации позволили установить приоритетную роль в загрязнении снежного покрова предприятий по добыче рудно-минерального сырья и объектов с активной эрозией (дамбы хвостохранилищ, карьерные отвалы, дорожное полотно технологических проездов).

Ключевые слова: Норильский промышленный район, загрязнение, снежный покров, минерализация, катионы, анионы, тяжелые металлы

Характерной особенностью Норильского промышленного района (НПР, Норильская агломерация) является компактная локализация предприятий, осуществляющих весь логистический комплекс производства цветных металлов: добыча, обогащение, транспортировка рудного сырья, выплавка металлов, складирование отходов и сопутствующие технологические процессы (производство электро- и теплоэнергии и т.д.) размещены на сравнительно небольшой территории. Все вышеперечисленные технологические операции сопровождаются поступлением в среды обитания биоты огромного количества загрязняющих веществ, вследствие чего по остроте экологической ситуации территория Норильской агломерации относится к кризисной зоне [1]. Считается, что основной вклад в эмиссию загрязняющих веществ вносят предприятия цветной металлургии, однако исследования последнего десятилетия переводят этот вопрос в разряд дискуссионных [2]. Оценку влияния указанных объектов на окружающую среду можно получить, в том числе, и по данным химического состава снежного покрова (талых вод), так как в осадках зимнего периода аккумулируются и консервируются все поллютанты, поступающие в снежный покров в течение всего периода его залегания [3]. С этой целью проанализирован химический состав снежного покрова на территории НПР вне границ промышленных площадок (см. рисунок).



Карта-схема точек отбора проб снежного покрова в 2021–2024 гг.

Отбор проб снежного покрова (44 точки) произведен в 2021–2024 гг. в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов [4], из перечня веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования [5], определены концентрации 22 ионов (8 катионов, 7 анионов, 7 тяжелых металлов) [6]. Систематизация и анализ полученных результатов проведены в соответствии с гипотезой о приоритетном вкладе объектов металлургии (Надеждинский металлургический завод, Медный завод) в загрязнение снежного покрова. В зоне прямого влияния объектов металлургии (см. рисунок) находятся точки пробоотбора, расположенные по направлению преобладающего в зимний период вектора переноса воздушных масс (ЮВ). Кроме указанных объектов, источниками дополнительной эмиссии загрязняющих веществ являются действующие рудники (точки 7, 28–31, 39), хвостохранилища (точки 5, 5.1, 21, 36, 38), строящиеся инфраструктурные объекты (точки 19, 34), шахтные отвалы (точка 35) и др. Общие сведения о минерализации снежного покрова (талых вод) и суммарных концентрациях катионов, анионов и водорастворимых форм тяжелых металлов приведены в таблице.

Для территории НПП выявлена значительная дифференциация показателей как общей минерализации, так и содержания изучаемых групп веществ. Различия между минимальной и максимальной величинами достигают 108,2 раза – в общей минерализации, 19,0 раз – в содержании катионов, 231,0 раз – в содержании анионов, 246,3 раза – в содержании тяжелых металлов. Доля последних в ионном составе варьирует от 0,005 до 10,5%.

По показателю общей минерализации (3,1–335,6 мг/дм³) талые воды могут быть отнесены к ультрапресным (97,7% от общего количества точек пробоотбора) и пресным. В целом преобладает анионный тип химического состава снежного покрова: в 82% пунктов пробоотбора (36 точек) их доля в общей минерализации превышает 51%. Высокая вариабельность концентраций исследуемых групп ионов (рассчитанные значения коэффициента вариации составили 179,2% – для общей минерализации, 85,2% – для катионов, 203,1% – для анионов, 228,3% – для тяжелых металлов) указывают на наличие нескольких источников эмиссии загрязняющих веществ, из которых проблематично выбрать приоритетный. Максимальные концентрации тяжелых металлов ожидаемо выявлены в точках пробоотбора, локализованных возле металлургических заводов.

Что касается максимального содержания ионов, оно выявлено в пунктах пробоотбора, расположенных в восточной и северо-восточной частях НПП и не находящихся в зоне влияния металлургических предприятий. Здесь весомый вклад в эмиссию вносят объекты с активной эрозионной деятельностью. Таким образом, на основе количественных показателей концентрации ионов в снежном покрове можно выстроить следующую иерархическую схему эмитентов (в порядке убывания): добыча рудно-минерального сырья > продукты эрозии дамб хвостохранилищ (действующих и строящихся), карьерных отвалов > объекты металлургии > цементная промышленность, производство строительных изделий (в том числе с участием цемента), теплоэнергетика, транспорт > иные (складирование ТКО, естественные дефляционные процессы).

Минерализация снежного покрова

№ точки отбора проб	Удаление от НМЗ		Удаление от Медного завода		Концентрация ионов в снежном покрове, мг/дм ³			
	направление	расстояние, км	направление	расстояние, км	катионы	анионы	ТМ	минерализация (сумма)
1фон	СВ	34,36	СВ	27,85	1,4694	1,5960	0,0648	3,1302
2	СВ	25,56	СВ	19,04	1,8618	2,5100	0,0397	4,4115
3	СВ	29,24	СВ	24,03	3,5589	2,3351	0,0243	5,9183
3.1	СВ	29,12	СВ	23,95	2,1910	9,7330	0,0050	11,9290
4	СВ	15,76	СВ	9,97	3,7549	3,3118	0,8319	7,8986
4.1	СВ	14,43	СВ	8,26	3,1470	6,9970	0,0444	10,1884
5	СВ	24,77	СВ	20,69	3,2624	3,1546	0,0754	6,4924
5.1	СВ	24,25	С–СВ	20,06	2,0340	8,1780	0,0213	10,2333
6	СВ	11,39	СВ	5,07	4,1646	6,9249	0,0286	11,1181
7	В–СВ	7,43	В–ЮВ	2,65	12,5445	15,0785	0,0200	27,6430
8	СВ	16,19	СВ	9,66	2,6033	4,7770	0,0719	7,4522
9	В–СВ	16,68	В	10,80	3,0313	5,4694	0,1527	8,6534
10	В	14,51	ЮВ	10,13	6,4266	12,9094	0,0197	19,3557
10.1	В	12,80	ЮВ	8,28	8,1000	23,7310	0,0121	31,8431
11	С–СВ	6,22	СЗ	5,56	7,1306	13,3644	1,2341	21,7291
12	С	9,57	СЗ	9,96	15,8532	5,3225	0,0173	21,1930
13	СЗ	18,21	СЗ	19,79	3,1464	1,3610	0,0972	4,6046
14	СЗ	20,60	СЗ	24,5	1,5574	3,1835	0,0329	4,7738
15	СЗ	11,19	СЗ	15,59	3,9166	14,0192	0,0112	17,9470
16	СЗ	5,92	З	11,23	2,7956	2,5757	0,0534	5,4247
17	–	–	З–ЮЗ	6,58	6,1242	8,9089	0,0535	15,0866
18	ЮВ	3,96	Ю–ЮЗ	6,88	1,4428	2,6745	0,0266	4,1439
19	ЮВ	18,53	ЮВ	17,02	2,0162	4,8455	0,0231	6,8848
20 фон	ЮВ	17,92	Ю	20,27	1,1126	1,9380	0,0504	3,1010
21	ЮЗ	12,89	ЮЗ	19,25	2,4334	3,1795	0,0479	5,6608
22	ЮЗ	5,53	ЮЗ	12,08	1,4696	3,6920	0,0106	5,1722
23	З	25,99	З–ЮЗ	31,94	3,6511	4,6309	0,0635	8,3455
24 фон	СЗ	46,14	З	51,58	1,5225	1,6728	0,0158	3,2111
25 фон	СЗ	57,74	З–СЗ	62,94	1,6565	2,3381	0,0437	4,0383
26	С–СЗ	4,16	З–СЗ	7,59	5,3573	4,5221	0,0726	9,9520
27	В–ЮВ	9,55	ЮВ	6,69	2,4656	3,7144	0,0205	6,2005
28	СВ	29,84	СВ	23,90	21,1809	314,3820	0,0182	335,5811
28.1	СВ	30,85	СВ	24,85	2,3260	8,5780	0,0267	10,9307
29	СВ	23,71	СВ	17,41	8,1137	142,9140	0,0112	151,0389
30	СВ	23,73	СВ	17,97	5,0943	61,6160	0,0277	66,7380
31	СВ	26,09	СВ	20,91	5,6877	98,0132	0,0202	103,7211
32	СВ	15,16	В–СВ	8,76	5,7421	78,9405	0,0274	84,7100
33	С–СВ	5,91	С–СЗ	2,71	15,4838	36,8895	0,3732	52,7465
34	Ю	2,12	ЮЗ	7,23	6,8538	89,1955	0,1079	96,1572
35	СЗ	9,81	З	14,96	7,3819	77,6380	0,0179	85,0378
36	С–СВ	10,34	С–СЗ	5,91	3,5220	13,9790	0,0985	17,5995
37	С–СВ	12,69	С–СВ	7,20	2,5220	6,3410	0,0278	8,8908
38	С–СВ	8,16	СЗ	5,49	10,8800	33,0780	0,1558	44,1138
39	В–СВ	9,16	В	3,80	6,8500	26,2640	0,0375	33,1515

Список литературы

1. Лаухин С.А. О некоторых проблемах накопленного экологического ущерба от недропользования в российской Арктике (на примере Востока России) // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2020. – № 1. – С. 76–81.
2. Юркевич Н.В., Ельцов И.Н., Гуреев В.Н., Мазов Н.А., Юркевич Н.В., Еделев А.В. Техногенное воздействие на окружающую среду в Российской Арктике на примере

Норильского промышленного района // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 12. – С. 230–249.

3. Онучин А.А., Буренина Т.А., Зубарева О.Н., Трефилова О.В., Данилова И.В. Загрязнение снежного покрова в зоне воздействия предприятий Норильского промышленного района // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 6. – С. 1025–1037.

4. РД 52.04.186–89. Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1991. – 556 с.

5. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды: утв. распоряжением Правительства РФ от 8 июля 2015 года № 1316-р [Электронный ресурс]. – URL: www.consultant.ru (дата обращения 02.03.2022).

6. РД 52.18.595-96. Руководящий документ. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды [Электронный ресурс]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/930/4293824448.pdf>.

<https://doi.org/10.26898/2026-137>

УДК 574.64

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Уманская А.В., зав. лабораторией,

Степаненко Е.Е., канд. биол. наук, доцент

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

e-mail: vodevil89903@gmail.com

Аннотация. Работа посвящена оценке качества вод малых рек города Ставрополя (Ташла и Мамайка) методом биотестирования на фитотоксичность. Исследование актуально в связи с необходимостью контроля состояния водных объектов, испытывающих антропогенную нагрузку в различных функциональных зонах (рекреационной, селитебной, промышленной). Отбор проб воды производился в сезонные периоды (май, сентябрь, март) на различных участках рек. Уровень фитотоксичности оценивали методом биотестирования на проростках озимой пшеницы. Критериями служили морфофизиологические показатели: длина стебля, количество зародышевых корней, процент всхожести семян и наличие аномалий развития. Опыты проводили в параллели с контрольной группой семян, проращиваемых в дистиллированной воде.

Ключевые слова: фитотоксичность, малые реки, Ставрополь, биотестирование, озимая пшеница, антропогенная нагрузка, сезонная динамика, загрязнение воды, экологический мониторинг

Объектами исследования выступили малые реки Ставрополя – Ташла и Мамайка, протекающие в различных функциональных зонах (рекреационной и селитебной). Для оценки антропогенного влияния был применен метод биотестирования. Целью данной работы является определение уровня фитотоксичности вод рек Мамайка и Ташла в зависимости от сезонных факторов и типа антропогенного воздействия на разных участках их течения [1].

В результате исследования была выявлена зависимость изменения фитотоксичности от антропогенной нагрузки [7].

Результаты анализов фитотоксичности вод реки Мамайка приведены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика фитотоксичности вод р. Мамайка

Показатели фитотоксичности %	Место отбора проб					
	Ул. Космонавтов (исток)	Впадение родника в реку	Ул. Володарского	Ул. Софьи Ковалевской	Ул. Полевая	Садовые участки, р-н «Аллерген»
Лето	28	37	46	47	59	45
Осень	20	30	54	54	67	51
Зима	14	24	39	40	48	42
Среднее значение	20,6	30,3	46,3	47	58	46

Установленная динамика фитотоксичности имеет прямую зависимость от функционального зонирования территории Ставрополя. Табл. 2 указывает на относительно низкую токсичность воды. В то же время в селитебно-промышленной зоне наблюдалось устойчивое угнетение процесса прорастания, и уровень всхожести ни разу не достиг 60% за весь период наблюдений [5].

Сравнительная оценка морфофизиологических параметров подтвердила, что наиболее выраженное угнетение развития проростков – включая замедление роста корневой системы и надземной части – характерно именно для зоны со значительной жилой и промышленной застройкой.

Таблица 2

Морфофизиологическая оценка проростков озимой пшеницы

Функциональная зона	Проросшие семена озимой пшеницы, %	Кол-во проросших семян озимой пшеницы по группам						Семена с дефектами, %	«Непроросшие» семена, %	Фитотоксичность, %
		Кол-во проросших корней			Величина стебля, см					
		1гр. (3шт.)	2гр. (4шт.)	3гр. (5шт.)	1-4	5-9	≥10			
Весна -лето (май)										
Рекреационная	66	26,25	35,5	4,25	31,75	31,25	4	9,25	24,75	34
Селитебно-промышленная	51	27,5	19,5	1,75	34,25	14	0,25	14,5	43,25	57,75
Осень (сентябрь)										
Рекреационная	73,5	36	32	4,5	40,5	30,5	4	5,75	28,75	26,5
Селитебно-промышленная	42,25	23,5	12,25	0,5	26,25	8,25	0,25	14,5	34,5	49
Зима -весна (март)										
Рекреационная зона	75	29,75	27,25	18	42,5	21	9,75	9,25	15,25	25
Селитебно-промышленная	58,75	33,5	6,81	2,25	40,75	17,25	0,75	13,25	28	41,25

При анализе корневой системы проростки классифицировались на три категории по числу зародышевых корней: 1 группа – 3 шт.; 2 группа – 4 шт.; 3 группа – 5 шт.

Хотя в обеих зонах преобладали проростки с тремя корнями, ключевое различие проявилось в распределении групп. В рекреационной зоне доля проростков с 4 корнями была сопоставима с первой группой (разница всего 2,5–4%), а в сентябре даже превышала её. В селитебно-промышленной зоне разрыв между первой и второй группой был значительнее (8–27%). Наиболее показательной стала третья группа: вероятность формирования пяти корней в рекреационной зоне была на 2,5–15,75% выше, чем в промышленной.

Анализ длины стебля также подтвердил лучшее развитие растений в рекреационной зоне. По всем трём категориям длины (1–4 см, 5–9 см, > 10 см) доля нормально развитых проростков здесь была выше. Разрыв между зонами варьировался: 1,5–14,25% для коротких стеблей, 4–22,25% для средней длины и 3,75–9% для наиболее развитых проростков.

Одним из важнейших признаков, который учитывается при оценке фитотоксичности пресноводных экосистем методом проростков озимой пшеницы, является длина стебля [4].

В ходе исследований установили показатели фитотоксичности в зависимости от сезонных изменения вод реки Ташла в селитебной зоне (табл. 3).

Таблица 3

Сезонная динамика фитотоксичности вод реки Ташла в селитебной зоне г. Ставрополя

Место отбора образца воды	Фитотоксичность, %		
	июнь	сентябрь	март
ул. Свободная	23	27	25
ул. Трунова	37	41	39
пер. Прикумский	52	56	53
ул. Атаманская	24	26	25
ул. Тургенева	46	50	49

Средний показатель фитотоксичности в селитебной зоне реки Ташла в июне составил 36%. Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась на ул. Свободная, где развитие проростков было сильно угнетено: большинство (58%) имели длину стебля всего 1-4 см, 45% – 5-9 см, а проростков длиной более 10 см не было выявлено. Это обусловлено комплексным воздействием сброса неочищенных хозяйственно-бытовых стоков, захламливанием берегов отходами и наличием аварийных санитарных объектов [8].

Максимальные значения фитотоксичности были зафиксированы в районе пер. Прикумский – 52% в июне и 56% в сентябре. Основной причиной является поступление промышленных и ливневых стоков с предприятий, таких как Стеклотарный завод и завод Поршневых колец. В осенний период доля наиболее развитых проростков (стебель > 10 см) здесь сократилась до 11%, что указывает на усиление токсического воздействия [10].

Сезонное повышение токсичности (в среднем до 39% в сентябре) связано с маловодным периодом, когда уменьшение стока приводит к концентрации загрязняющих веществ. Наименьшие значения (25% в марте) отмечены на восточной окраине города (ул. Свободная и Атаманская), где антропогенная нагрузка минимальна. Однако даже в этот период наблюдалась негативная тенденция: доля проростков с длиной стебля более 10 см сократилась на 10% по сравнению с летом.

Рекреационная зона, хотя и не имеет прямых источников промышленных сбросов, испытывает косвенное влияние от близлежащего северо-западного промышленного узла (НПО «Люминофор», ПО «Анилин» и др.). Наименьшая фитотоксичность зафиксирована у родниковых источников (Михайловский – 14%, Холодный – 21%), где основным негативным фактором является захламливание бытовым мусором. Однако в местах массового отдыха (бассейн родника Михайловский) показатель возрастает до 28% из-за рекреационной нагрузки и неудовлетворительного состояния инфраструктуры [2].

Таблица 4

Сезонная динамика фитотоксичности вод реки Ташла в рекреационной зоне г. Ставрополя

Место отбора образца воды	Фитотоксичность, %		
	июнь	сентябрь	март
родник Михайловский	14	16	17
бассейн род. Михайловский	43	47	50
Холодный родник	21	23	23
ул. Пржевальского	28	32	39

Средний уровень фитотоксичности в рекреационной зоне реки Ташла демонстрировал чёткую сезонную динамику роста: от 26,5% в июне до 29,5% в сентябре и 32,3% в марте. Этот рост обусловлен совокупностью природных и антропогенных факторов: снижением водности и увеличением испарения в засушливые периоды, а также сезонным наплывом отдыхающих.

Наиболее контрастная ситуация наблюдалась у родника Михайловский. Непосредственно родниковая вода сохраняла минимальную токсичность (16% в сентябре), тогда как в расположенном рядом искусственном бассейне для купания этот показатель достигал максимальных значений (47%). Это делает данный бассейн самым токсичным объектом исследования в целом. Разница с другим каптированным родником - Холодным (средняя токсичность 22,3%) - объясняется более высокой рекреационной нагрузкой и, как следствие, загрязнением.

Значительное загрязнение (33%) было также зафиксировано в районе ул. Пржевальского. Помимо влияния жилой застройки, ключевым фактором здесь является регулярный сброс большого объема технических вод (около 5 млн м³/год) от промывки фильтров, что усугубляется эрозионными процессами [3].

Примененная методика биотестирования эффективно выявляет уровень загрязнения водных экосистем [9]. Результаты свидетельствуют о значительном негативном влиянии антропогенной деятельности, особенно в селитебно-промышленных районах, на экологическое состояние малых рек Ставрополя, что требует принятия мер по снижению нагрузки и охране водных ресурсов [6].

Список литературы

1. Зеленская Т.Г., Безгина Ю.А., Степаненко Е.Е., Халикова В.А. Оценка антропогенного воздействия на водные объекты регионального значения // Двухмесячный научно-производственный журнал о достижениях мировой науки и практики в агропромышленном комплексе: Международный сельскохозяйственный журнал. - 2025. - № 7 (409).
2. Капаева В.Ю., Мандра Ю.А., Степаненко Е.Е. Проблемы биодиагностики состояния водных объектов // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе. – 2016. – С. 68–70.
3. Пospelова О.А., Окрут С.В., Степаненко Е.Е., Мандра Ю.А. Влияние функциональных зон города на фитотоксичность вод малой реки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2011. - Т. 13. - № 5. - С. 216-219.
4. Патент 2816879. RU: 2023118610 C1. Способ оценки фитотоксичности воды при помощи проростков озимой пшеницы / Халикова В.А., Степаненко Е.Е., Бабанский М.С., Зеленская Т.Г.; заявл. 14.07.23; опубл. 08.04.24.
5. Степаненко Е.Е., Еременко Р.С. Анализ состояния загрязненности вод реки Ташлы города Ставрополя // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – № 4 (8). – С. 111–113.
6. Степаненко Е.Е., Безгина Ю.А., Халикова В.А., Зеленская Т. Г., Чеботаева В.В. Антропогенные изменения водного объекта в системе охраны окружающей среды // International Agricultural Journal. - 2024. - Т. 67. - № 5.
7. Степаненко Е.Е., Мандра Ю. А., Зеленская Т.Г., Окрут С.В. Оценка состояния качества вод малых рек бассейна реки Калаус (р. Ташла, р. Мутнянка, р. Мамайка) // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: материалы 78-й науч.-практ. конф. – 2014. – С. 192–193.
8. Ткаченко Я.Д. Применение методов биоиндикации и биотестирования в экологическом мониторинге (на примере г. Ставрополя) // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – № 1 (5). – С. 107–111.
9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024615642. Учение о гидросфере: пособие-тренажер для направления 05.03.06 / Халикова В.А., Степаненко Е.Е., Зверева О.З., Зеленская Т.Г., Бабанский М.С.; заявл. 22.02.24; опубл. 11.03.24.

10. Халикова В.А. Влияние сточных вод промышленного предприятия на фитотоксичность вод малой реки // Проблемы региональной экологии. - 2025. - № 1. - С. 34-38.

<https://doi.org/10.26898/2026-138>
УДК 632.95.024.4:627.157

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. БАРСУЧКИ

Халикова В.А., ст. преподаватель,
Зеленская Т.Г., канд. с.-х. наук, доцент,
Степаненко Е.Е., канд. биол. наук, доцент

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия
e-mail: valeriya.halikova22@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследования фитотоксичности донных отложений малой реки Барсучки как интегрального показателя экологического состояния водного объекта. Актуальность работы обусловлена необходимостью оценки антропогенного воздействия на малые водотоки региона, испытывающие нагрузку от промышленной деятельности. Установлено пространственное варьирование уровня фитотоксичности, коррелирующее с локальными источниками загрязнения, в том числе с зонами сброса ливневых стоков. На основании комплекса биотестовых реакций дана экологическая интерпретация состояния донных отложений, обозначены участки повышенного экологического риска. Результаты исследований позволяют уточнить механизмы антропогенного влияния на экосистему реки и могут быть использованы для разработки мероприятий по экологическому мониторингу и реабилитации водоёма.

Ключевые слова: водный объект, донные отложения, фитотоксичность, антропогенное воздействие, мониторинг

Река Барсучки – малая река в Ставропольском крае, относится к бассейну реки Кубань. По данным исследований, в р. Барсучки отмечается антропогенное воздействие, связанное с поступлением сточных вод от промышленного предприятия с территории промплощадок АО «Невинномысский Азот» – крупнейшего производителя азотных удобрений [1].

В рамках исследования экологического состояния водного объекта были осуществлены систематические пробоотборные работы донных отложений на тестовых участках. Точки отбора проб располагались в двух ключевых створах: фоновом, локализованном выше места сброса сточных вод предприятия АО «Невинномысский Азот», и в створе влияния (выпуск № 3), расположенном непосредственно ниже места выпуска сточных вод. Мониторинг проводился в период с июля 2022 года по июль 2024 года [2].

В ходе биотестирования отобранных образцов донных отложений была проведена оценка их токсического воздействия на тест-объект – семена озимой пшеницы (*Triticum aestivum*) [3]. Статистический анализ полученных результатов, представленных в табличной форме, выявил закономерность в характере прорастания семян (см. таблицу). Количественный анализ проростков показал, что в общей структуре проросших семян доминирующую позицию занимали семена с длиной стебля в диапазоне от 1 до 4 сантиметров, что составило приблизительно 78% от общего числа проростков. Данный показатель свидетельствует об относительно стабильном характере биотического ответа тест-объекта на исследуемые образцы донных отложений [4].

Фитотоксичность донных отложений р. Барсулки

Место отбора образца донных отложений	Проросшие семена озимой пшеницы, %	Количество зародышевых корней			Длина стебля			Семена с дефекта ми, %	Непроросшие семена, %	Фитотоксичнос ть, %
		3 шт	4 шт	5 шт	1-4 см	5-9 см	> 10 см			
2022 г.										
Выпуск № 3	62	51	10	-	36	26	-	28	10	38
Фон	27	19	8	1	25	2	-	54	19	73
Среднее	44,5	25,5	9	1	30,5	14	-	41	14,5	55,5
2023 г.										
Выпуск № 3	57	49	8	1	52	5	-	28	15	43
Фон	40	26	14	0,4	30	10	-	41	19	60
Среднее	48,5	37,5	11	0,7	41	7,5	-	34,5	17	51,5
2024 г.										
Выпуск № 3	46	34	10	-	39	7	-	26	11	40
Фон	46,6	35,8	10,2	-	36,4	10	-	37,6	16	53,4
Среднее	46,3	34,9	10,1	-	37,5	8,5	-	31,8	13,5	46,7

Фитотоксичность донных отложений выявила выраженную пространственно-временную динамику биотестируемых параметров. Наибольший контраст между фоновыми и импактными (выпуск № 3) участками наблюдался в 2022 г.: фитотоксичность фоновой зоны (73%) в 1,92 раза превышала показатель зоны антропогенного влияния (38%), что коррелировало с 2,3-кратным преобладанием доли проросших семян пшеницы на последнем (62% против 27%) [5]. Данная аномалия связана с аккумуляцией поллютантов в придонных слоях фоновой участка, исторически подверженного седиментации загрязнителей, а также с временным снижением гидродинамической активности, усилившим токсикологическое воздействие на тест-объекты [6].

К 2023 г. фитотоксический градиент между сравниваемыми зонами сократился: превышение фоновых значений над импактными составило 1,4 раза (60% против 43%), при этом всхожесть семян в зоне выпуска № 3 оставалась выше фоновой в 1,43 раза (57% против 40%) [7]. Тренд нивелировки показателей продолжился в 2024 г.: разрыв в фитотоксичности уменьшился до 1,34 раза (53,4% против 40%), а параметры прорастания семян практически сравнялись (46,6 и 46% соответственно). Синхронно зафиксировано сокращение доли семян с дефектами в импактной зоне с 28% (2022 г.) до 26% (2024 г.) при росте данного показателя на фоне с 54 до 37,6% [8].

Среднегодовые значения демонстрируют устойчивую положительную динамику: общая фитотоксичность снизилась с 55,5 до 46,7%, длина стеблей проростков увеличилась с доминированием категории 1-4 см (30,5%) до преобладания 5-9 см (37,5%). Указанные изменения свидетельствуют о постепенной редукции токсикогенной нагрузки, обусловленной как природными процессами биodeградации загрязнителей, так и оптимизацией антропогенного воздействия [9].

Проявление фитотоксических свойств донных отложений характеризуется комплексом негативных морфологических изменений в процессе прорастания семян [10]. Данное негативное воздействие выражается в статистически значимом увеличении процента семян, не способных к прорастанию, а также в существенном возрастании доли проростков с различными нарушениями онтогенеза.

Список литературы

1. Халикова В.А. Влияние сточных вод промышленного предприятия на фитотоксичность вод малой реки // Проблемы региональной экологии. - 2025. - № 1. - С. 34-38.
2. Коровин А.А., Окрут С.В., Степаненко Е.Е. Загрязнение донных отложений как индикатор экологического состояния поверхностных водных объектов // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сб. ст. XX Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. В.А. Селезнева, И.А. Лушкина. – Пенза, 2022. - С. 108-110.
3. Степаненко Е.Е., Зеленская Т.Г. Мониторинг и управление состоянием водных объектов // Образование. Наука. Производство – 2020: сб. науч. тр. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. - 2020. - С. 150-153.
4. Патент 2816879. RU: 2023118610 С1. Способ оценки фитотоксичности воды при помощи проростков озимой пшеницы / Халикова В.А., Степаненко Е.Е., Бабанский М.С., Зеленская Т.Г.; заявл. 14.07.23; опубл. 08.04.24.
5. Саргаев П.М. Синергетика воды: учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2021. – 416 с.
6. Окрут С.В., Степаненко Е.Е., Зеленская Т.Г. Оценка загрязнения донных отложений малых рек Ставропольской возвышенности // Экология: вчера, сегодня, завтра: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 379-382.
7. Прудько Е.С., Степаненко Е.Е., Мандра Ю.А. Мониторинг состояния водных объектов бассейна р. Кубань // Актуальные вопросы экологии и природопользования: сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 198-201.
8. Ткаченко Я.Д., Поспелова О.А., Степаненко Е.Е. Биотестирование загрязнения почв промышленных зон г. Ставрополя // Оригинальные исследования. – 2013. – № 4. – С. 47-59.
9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024615642. Учение о гидросфере: пособие-тренажер для направления 05.03.06 / В.А. Халикова, Е.Е. Степаненко, О.С. Зверева, Т.Г. Зеленская, М.С. Бабанский; заявл. 22.02.24; опубл. 11.03.24.
10. Поспелова О.А., Окрут С.В., Степаненко Е.Е., Мандра Ю.А. Влияние функциональных зон города на фитотоксичность вод малой реки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2011. - Т. 13. - № 5. - С. 216-219.

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПЫТОВ ПО ИНТРАНАЗАЛЬНОЙ ВАКЦИНАЦИИ НОВорожденных ТЕЛЯТ

Хузин Д.А., д-р биол. наук, г.н.с.,

Лукина Г.Р., м.н.с.,

Саматова А.А., н.с.,

Муртазина З.Д., м.н.с.,

Тарасова Е.Ю., канд. биол. наук, в.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,

Казань, Россия

e-mail: vnivi@vnivi mail.ru

Аннотация. Для правильного роста и развития молодняка крупного рогатого скота важное значение имеет обеспечение его сбалансированным кормлением. Основой рациона телят в первые дни жизни является обязательная выпойка молозива и молока матери или заменителя цельного молока, содержащих в своем составе все необходимые питательные вещества, необходимые для здоровья и развития теленка. При выполнении научно-исследовательских работ возникла необходимость искусственного выхаживания опытных новорожденных телят без молока, только на заменителях цельного молока (ЗЦМ) и комбикормах-конcentратах. Целью нашей работы являлось изучение качественных показателей ЗЦМ и комбикормов-конcentратов при проведении опытов по интраназальной вакцинации новорожденных телят с первых дней жизни против инфекционного ринотрахеита (ИРТ), парагриппа-3 (ПГ-3) и респираторно-синтициальной инфекции (РСИ). Результаты исследований, проведенных в испытательном центре ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», свидетельствуют о наличии определенных несоответствий между физико-химическими показателями и данными, заявленными производителем. ЗЦМ «Кальфолак Стандарт», «Кальфолак Премиум» и комбикорма в виде гранул (КК- 62-124, КР-1-100), использованные для кормления новорожденных телят в строго контролируемом опыте по испытанию экспериментальной вакцины, содержащей живые аттенуированные вирусы для профилактики ИРТ, ПГ-3, РСИ для интраназального применения с первого дня жизни телят оказались качественными, что позволило благополучно выходить телят и успешно провести опыт.

Ключевые слова: качество кормов, заменитель цельного молока, комбикорм-концентрат, новорожденные телята, интраназальная вакцинация, ИРТ, ПГ-3, РСИ

Качественное кормление новорожденных телят с первых дней жизни и до 3–4 месяцев имеет большое значение для общего состояния здоровья и их быстрого роста и развития. У новорожденных телят не полностью сформирован иммунитет и недостаточно антител, для противостояния воздействию патогенной микрофлоры (вирусам, бактериям), поэтому они подвержены различным заболеваниям. Залог выживания теленка-обязательная дача молозива с первого дня жизни и желательно в течение всей первой недели жизни. При отсутствии молозива и молока в рационе теряются все заложенные природой механизмы защиты теленка в первые дни жизни, поэтому помимо создания комфортных условий содержания, альтернативные корма для телят должны содержать достаточное количество белка, витаминов, аминокислот, микро- и макроэлементов, по возможности, максимально удовлетворяющих потребности их организма.

При выполнении научно-исследовательской работы по теме «Разработка технологии производства вакцины, содержащей живые аттенуированные вирусы для профилактики

инфекционного ринотрахеита, парагриппа-3, респираторно-синтициальной инфекции для интраназального применения с первого дня жизни телят» возникла необходимость искусственного выхаживания опытных новорожденных телят без молока, только на ЗЦМ и комбикорме-престартере [1-4]. У заменителя цельного молока (ЗЦМ) постоянный и близкий к цельному молоку биохимический состав, поэтому его использование в принципе должно препятствовать возникновению заболеваний, а также способствовать раннему приучению телят к поеданию традиционных для данного вида животных кормов, способствующих нормальному развитию рубцового пищеварения. Однако в продаже могут встречаться низкосортные ЗЦМ, которые производятся с использованием ингредиентов, которое не совсем подходит для кормления новорожденных телят и пагубно влияют на их пищеварительную систему, вызывая диарею. Комбикорма-концентраты (престарт и старт), используемые для кормления телят в ранние периоды жизни, также могут быть не качественными и подвержены нежелательным изменениям в процессе хранения и транспортировки. В связи с этим изучение качества кормов для молодняка первых дней жизни, используемых в качестве модельных животных в научных исследованиях, имеет важное значение для обеспечения их нормального здоровья и развития.

Новорожденные телята (бычки) были завезены из производственного комплекса, расположенного на территории Республики Татарстан, благополучном по респираторным и желудочно-кишечным заболеваниям молодняка, и размещены в индивидуальных боксах виварного корпуса ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Телят кормили полностью исключив молоко из рациона. Для этой цели были закуплены заменители цельного молока «Кальфолак Премиум» – премиум продукт для самых высоких требований с 4 дня жизни и «Кальфолак Стандарт» – ЗЦМ для интенсивного вскармливания телят с 15 дня жизни, упакованные в стандартные полипропиленовые мешки, массой нетто 20 кг. По данным производителя это натуральные продукты на молочной основе, которые по составу протеина оптимально приближены к молозиву. Также были закуплены комбикорм-концентрат КР-1-589 - престарт для телят от 0 до 75 дней, комбикорм-концентрат КК- 62-746 – старт для телят от 0 до 4 месяцев, упакованные в стандартные полипропиленовые мешки массой нетто 25 кг.

Подопытных бычков кормили ЗЦМ и комбикормами-концентратами согласно инструкции производителя. Такой рацион кормления, содержащий в своем составе различные зерновые культуры, шроты, много витаминов, макро и микроэлементов, должен был обеспечить сбалансированное питание телят с 5 дневного возраста без выпойки цельного молока.

Изучение качества кормов проводились в испытательном центре ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». В качестве образцов были отобраны пробы указанных кормов в соответствии с ГОСТ ISO 6497-2014 [5].

С момента завоза в помещение вивария, телят приучали к ручному кормлению из ведра. В первые дни телята ели не охотно, отмечалась заторможенность, слабость, низкая упитанность, некоторые признаки расстройства пищеварения, что было связано с плохой усвояемостью корма, но постепенно процесс кормления нормализовался. Признаков респираторных заболеваний телят не отмечали. Химус опытных телят имел жидкую консистенцию с характерным запахом. Состояние телят было удовлетворительное.

Корма хранились в закрытом сухом помещении. По органолептическим показателям они не имели кислого, затхлого, плесневелого запаха и горького или кислого вкуса, характерных для испорченных кормов. В мучнистых кормах и гранулах темно окрашенных участков не было. Результаты исследования кормов, проведенные по ГОСТ 32255-2013, ГОСТ 32040-2012 [6, 7], свидетельствуют, что показатель протеина в ЗЦМ «Кальфолак Стандарт» составил 46,19 %, а в ЗЦМ «Кальфолак Премиум» – 31,42 %, что значительно превышало показатели, указанные на заводских упаковках (22,0 и 20,0 %) соответственно на 24,19 и 11,42 %. Показатель жира в ЗЦМ «Кальфолак Стандарт» составил 21,25%, а в ЗЦМ «Кальфолак Премиум» – 23,06%, что также превышало показатели, указанные на заводских

упаковках (18,0 и 16,0 %), соответственно на 3,25 и 7,06 %. Максимальная влажность ЗЦМ была не более 15,0 %.

Физико-химические показатели качества комбикормов-концентратов, определенные по ГОСТ 32040-2012, представлены в таблице.

Физико-химические показатели исследуемых комбикормов-концентратов

Показатель	Комбикорм-концентрат			
	КК-62-746		КР-1-589	
	%	%*	%	%*
Массовая доля жира	14,6	4,58	9,23	3,12
Массовая доля клетчатки	3,4	4,89	7,88	5,84
Массовая доля протеина	31,61	19,0	51,25	21,0
Массовая доля влажности	10,54	14	11,63	14
Массовая доля Р	0,47	0,65	1,2	0,75
Массовая доля NaCl	0,03	0,5	0,97	0,6

%* - показатели комбикормов-концентратов, заявляемые производителем.

В комбикормах КК-62-746 и КР-1-589 содержание жира превышало показатель, заявляемый производителем на 10,02 и 6,11 %, а протеина на 12,61 и 30,25 % соответственно. Остальные показатели также имели незначительные отклонения. Массовая доля влажности комбикормов не превышала заявленных показателей [7]. Окислительно-восстановительное равновесие (рН) соответствовало, заявленным показателям использованных кормов.

Содержание тяжелых металлов и токсических продуктов в кормах было в пределах минимально допустимых значений. При проведении микробиологических исследований ЗЦМ и комбикормов, энтеропатогенных типов кишечной палочки, анаэробных бактерий, мезофильных аэробов, факультативных анаэробов и плесени не обнаружено [8, 9].

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что заменители цельного молока («Кальфолак Стандарт», «Кальфолак Премиум»), имеющие близкий к цельному молоку биохимический состав, и комбикорма в виде гранул (КК- 62-124, КР-1-100), несмотря на имеющиеся несоответствия с заявленными показателями производителями этих кормов, при строгом соблюдении санитарно-гигиенических условий кормления и содержания, позволили успешно выходить опытных телят и благополучно провести опыт по испытанию экспериментальной импортозамещающей вакцины ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» для интраназальной иммунизации телят с первых дней жизни.

Список литературы

1. Быкова П.В., Тарасова Е.Ю., Хузин Д.А. и др. Изучение безвредности моновакцин для профилактики инфекционного ринотрахеита, парагриппа-3, респираторно-синцитиальной инфекции // Ветеринарный врач. – 2025. – № 6. – С. 78-83.
2. Хаммадов Н.И., Горбунова М.Е., Ефимова М.А. и др. Дизайн специфических олигонуклеотидов для выявления контаминации культур клеток возбудителем вирусной диареи и микоплазмами при разработке интраназальной вакцины против респираторных болезней новорожденных телят // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 98-104.
3. Тарасова Е.Ю., Хузин Д.А., Ефимова М.А. и др. Перспективы разработки интраназальной вакцины против респираторных болезней новорожденных телят // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2025. – Т. 263. – № 3. – С. 87-94.
4. Тарасова Е.Ю., Каримуллина И.Г., Нестерова И.А. и др. Изучение чувствительности различных перевиваемых линий культур клеток к заражению аттенуированным штаммом вируса инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота // Приоритетные направления повышения эффективности,

конкурентоспособности и устойчивости аграрной отрасли: сб. науч. тр. – СПб.: Сциентиа, 2025. – С. 467-470.

5. ГОСТ ISO 6497-2014. Корма. Отбор проб. – М.: Стандартиформ, 2016. – 16 с.

6. ГОСТ 32255-2013. Молоко и молочные продукты. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора. – М.: Стандартиформ, 2014. – 105 с.

7. ГОСТ 32040-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. – М.: Стандартиформ, 2014. – 9 с.

8. ГОСТ 33566-2015. Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартиформ, 2016. – 16 с.

9. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Стандартиформ, 2014. – 21 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-140>
УДК 619.615.9:632.95:641

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА КУРКУМИНА ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ ДИКВАТОМ

Ямалова Г.Р., н.с.,
Халикова К.Ф., канд. вет. наук, с.н.с.,
Егоров В.И., канд. биол. наук, в.н.с.,
Маланьев А.В., канд. биол. наук, в.н.с.,
Алеев Д.В., канд. биол. наук, в.н.с.

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия
e-mail: iamalova85@mail.ru

Аннотация. Широкое применение пестицидов в сельском хозяйстве и бытовой сфере сделало контакт человека с этими химикатами неизбежным. Пестициды присутствуют в продуктах питания, попадают в окружающую среду, и полностью избежать их воздействия в условиях современной жизни практически не представляется возможным. Это обуславливает необходимость рассматривать пестициды как значимый фактор, влияющий на здоровье людей и состояние экосистем. В данной статье рассматривается применение куркумина – активного компонента куркумы – как потенциального лечебного средства с выраженными антиоксидантными свойствами, способствующими защите животных от негативных последствий пестицида. Цель данного исследования заключалась в оценке антиоксидантных свойств куркумина при интоксикации животных дикватом. Проведенные эксперименты выявили негативное воздействие диквата на биохимические показатели сыворотки крови белых крыс. Применение куркумина способствовало снижению токсического действия исследуемого пестицида.

Ключевые слова: пестициды, дикват, десикант, куркумин, биохимические показатели

Использование пестицидов прочно вошло не только в аграрный сектор, но и в нашу повседневную жизнь, делая контакт с этими потенциально опасными химическими веществами неизбежным. Они обнаруживаются в пищевых продуктах, окружающей среде, и избежать их воздействия в современном мире практически невозможно [1, 2].

В аграрной сфере для достижения обильных сельскохозяйственных результатов и сохранения культур от пагубного воздействия вредителей и патогенов повсеместно

применяются пестициды. Это химические соединения, которые могут быть как природного, так и искусственного происхождения. Данные вещества играют ключевую роль в оптимизации процесса выращивания сельскохозяйственных культур. Тем не менее из-за их токсичности для людей, работа с пестицидами требует высокой степени осторожности [3, 4].

В последнее время проблема использования пестицидов, таких как дикват, становится все более актуальной. Дикват – широко используемый гербицид, обладающий высокой токсичностью для животных. Механизм его действия связан с образованием активных форм кислорода (АФК), приводящих к окислительному стрессу и повреждению клеток, в том числе мембран и ДНК. Отравление дикватом характеризуется поражением печени, почек и легких, а также гемолитическим кризом. В условиях такого агрессивного воздействия, когда естественные антиоксидантные системы организма истощаются, возрастает потребность в экзогенных антиоксидантах, способных нейтрализовать свободные радикалы и минимизировать клеточные повреждения [5, 6].

Куркумин, содержащийся в корне куркумы, известен своими антиоксидантными и противовоспалительными свойствами. Механизм действия куркумина основан на способности нейтрализовать свободные радикалы и активировать антиоксидантные ферменты. Исследования показали, что куркумин может эффективно защищать клетки от окислительного стресса, что особенно актуально в условиях интоксикации [7].

Исследования антиоксидантных свойств куркумина при интоксикации животных дикватом проводили на белых крысах массой тела 200-220 г, наблюдение за которыми велось в течение 30 суток. Животные были разделены на три группы по 6 особей в каждой. Первая группа служила контролем, получая стандартный рацион. Вторая группа подвергалась воздействию пестицида диквата, а третья получала дикват в сочетании с куркумином. Пестицид «Суховой» (150 г/л действующего вещества) задавали с кормом, в дозе 20 мг/кг.

На протяжении всего эксперимента проводился ежедневный визуальный осмотр подопытных животных с фиксацией их поведенческих реакций. Существенных отклонений в клинической картине и поведении крыс выявлено не было. По завершению экспериментов у крыс проводилось взятие крови.

Биохимические показатели сыворотки крови определялись на анализаторе «Microlab 300» [8].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием вариационной статистики и критерия достоверности Стьюдента.

Результаты биохимических исследований сыворотки крови белых крыс на фоне воздействия диквата и фармакокоррекции куркумином представлены в таблице.

Биохимические показатели сыворотки крови белых крыс на фоне воздействия диквата и фармакокоррекции куркумином (n = 6; M ± m)

Группа	Общий белок, г/л	Глюкоза, ммоль/л	АЛТ, Ед/л	АСТ, Ед/л	Общий билирубин, мкмоль/л
1	62,4± ±1,56	5,83± ±0,15	60,4± ±1,55	124,7± ±3,20	5,42± ±0,14
2	50,2± ±1,28*	7,32± ±0,18*	77,3± ±1,94*	156,8± ±3,93*	7,07± ±0,18*
3	58,3± ±1,55	6,26± ±0,17	57,2± ±1,55	126,6± ±3,46	5,60± ±0,15

В ходе эксперимента существенных изменений в клинической картине и поведении подопытных животных не отмечалось. Однако биохимические исследования выявили ряд значительных отклонений. Так, в группе, получавшей дикват, наблюдалось повышение уровня печеночных ферментов АЛТ (27,9%) и АСТ (25,7%) в сыворотке крови, что указывает на гепатотоксическое действие данного пестицида. Уровень билирубина также

был повышен на 30,4%, свидетельствуя о нарушении функции печени по его детоксикации. В группе, получавшей куркумин в сочетании с дикватом, эти показатели были менее выражены. В данной группе отмечалось снижение уровня общего белка на 6,6% и АЛТ на 5,3% относительно контрольной группы, также повышение уровней АСТ на 1,5% и билирубина на 3,3% соответственно.

В результате проведенных исследований установлено, что дикват, являясь широко используемым гербицидом, оказывает выраженное негативное воздействие на физиологическое состояние лабораторных животных. В ходе эксперимента, проведенного на белых крысах, были зафиксированы значительные изменения в биохимическом составе крови. Применение куркумина в рацион животных, способствовало снижению токсического эффекта, вызванного дикватом при отравлении белых крыс.

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.П. Калиниченко (сотруднику ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитических экспериментах.

Список литературы

1. Иванова В.Ю., Чевела В.В., Шашин М.С. и др. Взаимодействие Ксимедона с L-аскорбиновой кислотой в водном растворе // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2024. – Т. 73. – № 11. – С. 3381–3388.
2. Егоров В.И., Халикова К.Ф., Ямалова Г.Р., Алеев Д.В. Изучение эффективности лечебных средств при отравлении белых крыс неоникотиноидным пестицидом // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2018. – № 1. – С. 90–94.
3. Губеева Е.Г., Халикова К.Ф., Алеев Д.В. и др. Изучение гистоструктуры печени цыплят-бройлеров при хронической интоксикации имидаклопридом на фоне применения сорбентов // Ветеринарный врач. – 2019. – № 1. – С. 8–12.
4. Апостолиди К.Ю., Чеходариди Ф.Н., Папуниди К.Х. и др. Санитарно-токсикологическая оценка кормов ИЗ РСО-Алания // Ветеринарный врач. – 2017. – № 3. – С. 39–43.
5. Семенов Э.И., Трemasова А.М., Матросова Л.Е. Случаи массового отравления животных, птиц и рыб в некоторых регионах Российской Федерации и стран СНГ // Ветеринария. – 2021. – № 8. – С. 39–44.
6. Халикова К.Ф., Мишина Н.Н., Ямалова Г.Р. и др. Изучение эффективности лечебных средств при интоксикации животных имидаклопридом // Ветеринарный врач. – 2024. – № 4. – С. 18–23.
7. Катасанов А.Б. Куркумин как вспомогательное средство лечения депрессий: механизмы действия и перспективы применения // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2020. – № 2. – С. 125–131.
8. Алеев Д.В., Мингалеев Д.Н., Мишина Н.Н. и др. Терапевтическая эффективность антиоксидантных веществ при интоксикации белых крыс ивермектином // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 10–14.

RARE SPECIES OF FAUNA AS PART OF NATURAL RESOURCES: CHALLENGES OF LEGAL REGULATION AND PRESERVATION OF ECOLOGICAL BALANCE

Omirezakov R., PhD student

**Scientific supervisor – Jumanov A.O., Doctor of Philosophy (PhD) in Law,
Associate Professor**

Karakalpak state university, Nukus, Uzbekistan
e-mail: omirzaqovrustem@gmail.com

Abstract. The article analyzes legal issues in safeguarding rare and endangered animal species as part of natural resources. The problem is driven by biodiversity loss on agricultural lands and conflicts between farming and environmental rules. Based on Uzbekistan's legislation and expert views, the study reveals that state ownership of wildlife is mostly declarative and lacks real habitat-protection mechanisms during land use. The current penalty system also fails to offset ecosystem losses. The author proposes shifting from punitive measures to economic incentives for farmers through Payments for Environmental Services (PES), helping preserve zoocoenoses without hindering agricultural development.

Keywords: rare animal species, natural resources, legal regulation, biodiversity protection, agroecosystems, ecosystem services, environmental law, sustainable development

The current global agenda is focused on achieving the Sustainable Development Goals. Currently, the world community is implementing large-scale measures to transition to sustainable energy, but the pace of these transformations remains insufficient. If current trends persist, by 2030, about 660 million people will still lack access to electricity, and about 2 billion will be dependent on polluting fuels and technologies for their daily needs. Certainly, our daily lives depend on reliable and accessible energy [1].

Nevertheless, while focusing on the technical aspects of sustainability, environmental protection cannot be overlooked. The pressing challenge of biodiversity decline is no less critical than the energy crisis. Like energy, natural ecosystems and their components – rare species of fauna – are the basic resource that ensures human life. The reduction of biodiversity is a global problem that degrades the stability of natural systems. Intensive human activity leads to habitat fragmentation and declining wildlife populations, particularly in agricultural areas where production interests conflict with environmental protection. From the perspective of environmental law and sustainable resource management, wildlife is not only subject to protection but is also a key component of renewable natural resources. Rare and endangered species perform key ecosystem functions. As the biologist of the National Research Institute of the Amazon, Raphael Leitão, rightly notes, “Losing rare species today may mean losing much more complex processes in the long term” [2]. This emphasizes that the disappearance of even one element threatens the stability of the entire agrolandscape. Modern scientific data indicate that ecosystems are under unprecedented pressure, contributing to the development of a global biodiversity loss crisis. The highest risk zone includes rare species that, due to their small population size, limited range, or specific habitat requirements, are highly sensitive to anthropogenic factors. Compared to widespread species, they react more sharply to habitat destruction and climate change. However, as fairly noted in foreign literature, despite the attention of the environmental community to the very facts of the disappearance of species, the functional consequences of this process often remain without proper attention [3]. From a legal point of view, this means that the legislator protects the “unit” of fauna, but overlooks the loss of its ecological function in the agrolandscape.

The research is based on a comprehensive analysis of environmental and nature-management legislation. Empirical sources include the Constitution of the Republic of Uzbekistan, the Law “On the Protection and Use of the Animal World,” and the Land Code. Special attention is given to law-enforcement practice and regulatory requirements for farming within habitats of rare species.

The analysis of legislation has shown that a utilitarian approach to the animal world dominates in contemporary legal doctrine. In basic regulatory acts, wild animals are defined primarily through the category of “faunistic resource” – as a set of objects that are used or can be used for economic purposes. The Law details the procedure for removing animals from their habitat (hunting, fishing), establishing their status as specific property (object of state property rights). However, such an approach contradicts the biological tasks of protecting rare species. The legislation effectively ignores the status of animals as an integral functional element of the ecosystem. The legal regime of the “animal world object” protects the physical integrity of the individual, but not its ecological function (pollination, seed dispersal, pest regulation). This problem finds confirmation in the works of leading legal scholars. Thus, Professor M.M. Brinchuk rightly notes the need to change the vector of legal regulation from “resource” to “ecosystem approach.” According to the scientist, the current legislation breaks down nature into isolated objects (land, subsoil, fauna), ignoring the objective ecological connections between them, without which the existence of the resources themselves is impossible [4].

D.B. Gorohov holds a similar position, pointing to the declarative nature of state ownership rights to wildlife objects in a state of natural freedom. Since the state, as an owner, cannot actually possess wild animals until they are seized, legal conflicts arise when the destruction of habitats (and, consequently, the death of animals) during economic activity is not formally considered a violation of the owner’s rights [5]. This confirms our conclusion that the current legal structure of “animal resource” is effective only for regulating hunting, but unsuitable for biodiversity conservation tasks.

A legal paradox exists where animals are protected as “valuable things,” but their vital role in ecosystem stability is not legally recognized. This prevents the assessment of damage to ecological links when species disappear. Fisher and McKibben argue that this purely utilitarian approach – viewing biodiversity solely as a resource – fails to address the fundamental ethical issues of biosphere well-being [6, 7].

Applied to the topic of our research, this means that legal regulation cannot be limited only to the norms of “rational use” of the fauna. It is necessary to transition to an ethical and legal model where a rare species is recognized as valuable regardless of its current economic utility. The second identified problem is the acute legal conflict between the land use regime and the fauna protection regime in the legislation of the Republic of Uzbekistan. According to Article 3 of the Law of the Republic of Uzbekistan “On the Protection and Use of the Animal World”[8], the animal world is state property and national wealth. However, wild animals inhabit territories owned or used by agricultural entities (farms, clusters). In practice, this creates a situation of “rights competition”. Land users are obliged to use land plots for their intended purpose (growing agricultural crops), which is enshrined in the norms of land legislation. At the same time, Article 48 of the Land Code of the Republic of Uzbekistan, establishing the obligations of land users, contains only a general wording on the need to “prevent damage to the entire environment”, without detailing the mechanisms for protecting the habitat of specific species of fauna. The collision lies in the fact that carrying out agrotechnical work (plowing, applying chemicals) is a legitimate economic activity of the farmer; However, the same actions lead to the destruction of habitats (nests, nests) of rare species that are state property. Since there is no intent to undermine the animal (the goal is to obtain a harvest), and there are no clear requirements for the preservation of “micro-sanctuary” within the fields in the Land Code, the state, as an owner, loses its “resource” without an effective mechanism for legal protection and compensation for damages. The third fundamental shortcoming of legal regulation is the absence of a fixed status of rare species as a capitalized natural asset. The current

system of civil liability for the destruction of Red Book species is based on the application of fixed taxes (fines), which reflect only the conditional “restoration value” of the individual, but not the real damage to nature. This approach methodologically contradicts modern scientific data. According to the ecological value theory developed by R. Costanza, natural objects provide humanity with vital “ecosystem services” (pollination, biological plant protection, soil formation), the cost of which often exceeds the GDP of production sectors [9]. However, national legislation completely ignores this “hidden value”. In law enforcement practice, it is not taken into account that the death of a rare species leads to the breaking of trophic chains and the loss of “useful work” that this resource would perform in the future for the same agriculture. Due to the lack of adequate economic assessment, a paradox arises: the amount of the recovered damage (fine) turns out to be immeasurably small compared to the profit received from the economic development of lands (plowing). It is more economically advantageous for a business entity to pay a small fine than to invest in the preservation of the environment. Thus, without implementing R. Costanza assessment methods, legal protection of fauna remains economically inefficient.

The analysis conducted allows us to state that the current model of legal protection of rare fauna species, based on imperative prohibitions and penalties (“command-and-control” method), has exhausted its effectiveness in the conditions of modern agrolandscape. The main reason for the “stumbling” of legal norms lies in the economic conflict of interests: biodiversity conservation is a public good, but the costs of ensuring it (in the form of lost profits from unplowed land or restrictions on the use of chemicals) fall solely on the private land user. As the study showed, in the existing legal field, a rare animal is perceived by the farmer not as a resource, but as a “burden” that creates sanctions risks.

The solution to the current situation is the introduction into national legislation of economic incentive mechanisms that have been successfully tested in world practice. Based on the research of S. Wunder [10], we propose to consolidate the legal basis for the “Payments for Ecosystem Services” (PES) system. The essence of the proposal is to transform the protection of habitats from “obligation” to “paid service”. The state should offer agrarians voluntary agroecological contracts, under which the farmer assumes obligations to preserve “safety islands” for rare species (for example, leaving uncut grass strips, refusing pesticides in buffer zones), and the state compensates him for the lost profits. This approach will harmonize the interests of production and ecology, transforming rare species from an “obstacle” into a source of additional income for agricultural producers.

The conducted research allows us to conclude that the current model of legal regulation of the protection of rare fauna species, based mainly on administrative prohibitions, is insufficiently effective in conditions of intensive agricultural production. The main problem is the absence in the legislation of a clear definition of wild animals as a strategic natural resource and an element of the agroecosystem, which creates legal conflicts between the norms of land and faunal law. It has been established that without an economic assessment of the ecosystem functions of rare species and the introduction of compensation mechanisms for the lost benefits for land users, legal protection remains declarative. To resolve conflicts of interest, it is necessary to implement economic incentives into the legislation of the Republic of Uzbekistan, in particular, the ecosystem services payment system (PES). This will transform biodiversity conservation from a burdensome obligation into an economically attractive activity, ensuring a balance between food security and the environmental sustainability of the regions.

References

1. Jumanov A., Zaytov S., Ayapbergenov M., Omirzakov R. (2025, November). Sustainable development goals in environmental protection and its role in the state green economy policy. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3331, No. 1, p. 040088). AIP Publishing LLC.

2. Axt B. Rare animals vital for ecosystem life support [Electronic resource] // Sci Dev. Net. – 2016. – 5 April. – URL: <https://www.scidev.net/global/news/rare-animals-vital-ecosystem-life-biodiversity/> (accessed: 28.12.2025).
3. Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages [Electronic resource] / R.P. Leitão et al. // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2016. – Vol. 283, no. 1828. – Art. 20160084. – URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2016.0084> (accessed: 28.12.2025).
4. Бринчук М.М. Экологическое право: учебник. Подготовлен для системы КонсультантПлюс, 2008.
5. Горохов Д.Б. Правовое регулирование охраны и использования животного мира: науч.-практ. пособие. – М.: Юстицинформ, 2020. – С. 45–48.
6. Fisher S. (2013). Our sustainability crisis didn't start and doesn't stop at climate change. In The conversation. <http://theconversation.com/our-sustainability-crisis-didnt-start-and-doesntstop-at-climate-change-17471>
7. McKibben B. (2007). Deep economy. The wealth of communities and the durable future. St Martin's Griffin.
8. О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Узбекистан «Об охране и использовании животного мира» [On amendments and additions to the Law of the Republic of Uzbekistan "On the protection and use of the animal world"] [Electronic resource]: Law of the Republic of Uzbekistan of 19.09.2016 No. ZRU-408 // Lex.uz. – URL: <https://lex.uz/ru/docs/-3029502> (accessed: 28.12.2025).
9. Costanza R., d'Arge R., de Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260 (1997).
10. Center for International Forestry Research (CIFOR). (2005). Payments for environmental services: Some nuts and bolts. Center for International Forestry Research. – URL: <http://www.jstor.org/stable/resrep01829>

Секция 4

ЭКОНОМИКА И ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

<https://doi.org/10.26898/2026-142>
УДК 339.564.4:633.1(470)

ЗНАЧИМОСТЬ РОССИЙСКОГО ЗЕРНА ДЛЯ АРАБСКИХ СТРАН

Азаби Ахмед Омар Юсеф, аспирант

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия
e-mail: xahmedo@mail.ru

Аннотация. В данной статье предпринята попытка объяснить важность импорта российского зерна для арабских стран, страдающих от острого дефицита воды и ограничения пахотных земель, с целью обеспечения достаточного количества сельскохозяйственной продукции и обеспечения продовольственной безопасности. Рассматриваются наиболее важные факторы, которые побудили арабские страны обратиться к российским зерновым культурам и постепенно отказаться от других источников.

Ключевые слова: зерновые культуры, экспорт, Россия, арабские страны, продовольственная безопасность, сельское хозяйство

На протяжении десятилетий сельскохозяйственное производство в арабском мире не удовлетворяло потребности населения. Этот дефицит проявляется в широком спектре сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, в первую очередь в пшенице и других зерновых культурах, которые являются основным продуктом питания для среднестатистического арабского гражданина. Эти зерна используются для приготовления завтрака, обеда и ужина, включая хлеб, макароны, кускус и многие другие основные продукты питания в арабском мире.

В целом арабские страны страдают от нехватки водных ресурсов и ограничения пахотных земель, поскольку большая часть их территория расположена в засушливых и полузасушливых климатических условиях, где сосредоточены крупнейшие и самые суровые пустыни мира, что делает сельское хозяйство рискованным и дорогостоящим видом деятельности для производства зерновых культур.

Согласно данным Арабской организации сельскохозяйственного развития, общая площадь пахотных земель в арабском мире оценивается примерно в 251,56 млн га, или 5,22% от общей площади пахотных земель в мире. Из них около 26,1 млн га используется для выращивания зерновых культур, при этом пшеница занимает первое место с 9,2 млн га, за ней следует ячмень – 4 млн га, а затем кукуруза – 1,4 млн га [1].

В среднем за 2015-2025 гг. объем производства зерна пшеницы в России составил 61,0–92,0 млн т при потреблении 37,0–42,5 млн т. Таким образом, в России объем потребления пшеницы составляет 42,6–60,7% объема ее производства. В Арабских странах за анализируемый период объем производства находится в диапазоне 33,2–39,9 млн т при потреблении 81,4–86,4 млн т (см. таблицу).

Динамика производства и потребления пшеницы в 2015-2025 гг., млн т

Сельскохозяйственный сезон (год)	Объем производства		Общий объем потребления	
	Россия	Арабские страны	Россия	Арабские страны
2015/16	61,04	39,89	37,00	81,44
2016/17	72,53	33,22	40,00	82,30
2017/18	85,17	37,61	43,00	83,15
2018/19	71,69	38,88	40,50	83,80
2019/20	73,61	39,35	40,00	84,72
2020/21	85,35	36,46	42,50	85,65
2021/22	75,16	37,78	41,75	85,85
2022/23	92,00	34,69	41,00	86,16
2023/24	91,50	37,14	39,00	86,18
2024/25	81,61	39,40	40,00	86,37
В среднем	78,97	37,44	40,48	84,56

Источник: составлено по [2, 3].

Таким образом, учитывая значительный разрыв между объемом производства и потребления пшеницы, внутренний спрос на зерно в арабских странах покрывается за счет импорта, однако объем импорта варьируется от страны к стране в зависимости от масштабов отечественного производства и количества потребителей в иной стране.

С другой стороны, масштабное производство зерновых культур в России и непрерывные рекордные показатели, достигнутые в последние два десятилетия, стали благом для экономики страны. Это также делает Россию страной, привлекательной для инвестиций в зерновое производство и характеризует как надежного долгосрочного поставщика в страны-импортеры, которые стремятся обеспечить свою продовольственную безопасность.

Этот фактор привел к тому, что многие арабские страны постепенно перешли на экспорт российской пшеницы и другие зерновые культуры. Если смотреть на ключевыми странами-импортерами российского зерна за последние 2023-2025 гг., то можно сделать вывод, что арабские страны являются главными импортерами российского зерна. В настоящее время 7 из 10 основных покупателей российского зерна – представители стран из арабского мира (Египет, Саудовская Аравия, Алжир, Ливия, Марокко, Сирия и Йемен). Доля этих стран оценивается примерно 25 млн т, то есть 34,72% от общего объема российского экспорта зерна пшеницы, которого составляет 72 млн т в 2024 г. [4]

Кроме того, на российско-арабскую торговлю зерновыми культурами повлиял целый ряд внутренних и внешних факторов, которые в совокупности способствовали росту доверия арабских покупателей к зернам и продуктам его переработки. Ниже перечислены наиболее важные факторы, обуславливающие эту тенденцию к переходу на российское зерно:

1. Качество – российское зерно не уступает по качеству аналогам из стран-экспортеров, поскольку регулирующие органы России строго соблюдают контроля в отношении здоровья человека и качества пищевых продуктов.

2. Доминирование на мировом зерновом рынке – Россия является крупным поставщиком зерна, и поэтому поставки ее продукции составляют значительную часть экспорта арабских стран, а один только Египет импортирует около четверти российской пшеницы, предназначенной для экспорта. Стоит также отметить, что Россия доминирует на мировом рынке зерна и имеет лидерства по экспорту пшеницы с 2016 года, при этом на российскую пшеницу приходится около 20% мирового экспорта [5].

3. Конкурентоспособные цены – российская пшеница предлагает более выгодные цены и привлекательные скидки по сравнению с европейскими поставщиками, что делает ее идеальным выбором для сокращения импортных расходов. Для сравнения: экспортная цена российской пшеницы (12,5% белка) в период с июля по декабрь 2025 года на условиях «франко-борт» выравнивалась от 225 до 227 долл. США за тонну, в то время как цена

немецкой пшеницы за тот же период составляла 240 долл. США за тонну, французской – 232 долл., румынской – 233 долл., австралийской – 238 долл., а американской – 227 долл. [6].

Диверсификация и избегание полной зависимости – многие арабские страны стремятся избежать зависимости от одного источника для обеспечения своей продовольственной безопасности, особенно после сокращения производства зерна во Франции или сбоев в поставках из Украины. Эта мера предосторожности принимается для того, чтобы избежать попадания в ловушку зависимости от единственного поставщика зерна.

Удобство и простота – возможность вести торговлю между Россией и арабскими странами в национальной валюте, которая в случае реализации (пока еще изучается) принесет огромные положительные результаты для всех стран, поскольку снизит экономическое давление на Россию и связь торговли с долларом, а также обеспечит арабские страны миллиардами иностранной валюты и будет способствовать решению кризиса наличных резервов в некоторых арабских странах.

Стратегическое расположение – Россия, по сравнению с основными экспортерами (за исключением Франции в Средиземноморье), находится ближе всего к арабским странам, поскольку стоимость доставки ниже, чем в других странах, а российская пшеница дешевле, чем ее аналог в других странах.

Тесные двусторонние отношения – египетский опыт сотрудничества с Россией является лучшим свидетельством отличных отношений между двумя странами, благодаря которым Россия выполняет все свои обязательства по поставкам пшеницы в Египет, несмотря на кризис, вызванный ограничительными мерами и западными санкциями, введенными против России.

Фактор дипломатического кризиса – дипломатическая напряженность между некоторыми арабскими странами, такими как Алжир и Франция, привела к значительному смещению акцента в сторону России как основного поставщика.

Геополитическое влияние – Россия поставляет пшеницу по относительно стабильным ценам в нынешних политических условиях, обеспечивая бесперебойные поставки.

Многообразие вариантов – Россия стремилась освободить зерновой рынок и не ввела никаких ограничений (за исключением экспортные пошлины на пшеницу) или, точнее, можно сказать, что экспорт зерна больше не контролировался государственными компаниями. В свою очередь, наблюдалась открытость зернового экспорта, что подтверждает большое количество зернотрейдеров на этом рынке, которые предоставляют иностранным покупателям множество вариантов для заключения сделок. Кроме того, Россия создало государственную компанию (Объединенная зерновая корпорация - ОЗК) для проведения межправительственных сделок и осуществления государственных тендеров, которые иногда требуют специальных процедур. Например, через эту государственную компанию зерно может передаваться в дар бедным странам или некоторым странам, испытывающим продовольственный кризис из-за различных факторов, таких как засуха и конфликты.

В заключение можно сказать, что вышеупомянутое взаимодействие факторов стало одной из главных причин привлекательности российского зерна для арабских стран в частности и для других стран мира в целом, поскольку примерно 138 стран зависят от российского зерна. Кроме того, масштабы российского производства обеспечили доминирование российского зерна на мировых рынках.

По оценкам многих аналитиков, экспорт российского зерна может превысить 75 млн т к 2030 году, при этом на пшеницу придется около 80%, на кукурузу – 10%, а на ячмень – 9%, а на остальные зерновые культуры будут составлять около 1% от всего экспорта страны.

Данные показатели еще больше укрепят позиции российского зерна среди арабских стран и будут способствовать закупкам российского зерна для обеспечения продовольственной безопасности, особенно с учетом усиливающихся природных кризисов в

регионе, таких как засуха, деградация земель и опустынивание, а также растущего спроса на зерно в связи с ростом населения в арабских странах.

Список литературы

1. Arab Agricultural Statistics Yearbook 2023 / Arab Organization for Agricultural Development, Khartoum. – 2023. – Vol. 43.
2. World Agricultural Supply and Demand Estimates / Agricultural Marketing Service USDA, WASDE – various numbers between 537-667, issued from 12.01.2015 to 12.01.2026.
3. Статистика Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН [Электронный ресурс] // FAOSTAT. – URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
4. Рейтинг российских компаний-экспортеров зерна в 2024 году [Электронный ресурс] // Глав Агроном. – URL: <https://glavagronom.ru/news/predstavlen-reyting-rossiyskih-kompaniy-eksporterov-zerna-v-2024-godu>.
5. Золото полей: куда Россия экспортирует пшеницу [Электронный ресурс] // ZERN.RU. – URL: <https://www.zerno.ru/node/20629>.
6. Русагротранс оценивает экспорт пшеницы в январе на уровне 2,8-3 млн т [Электронный ресурс] // ZERN.RU. – URL: <https://www.zerno.ru/node/32149>.

<https://doi.org/10.26898/2026-143>
УДК 331.1

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТА РОСТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОГО МОЛОКА

Березовский В., соискатель,

Быков А.А., д-р экон. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,
Россия

e-mail: leka_bokij@rambler.ru

Аннотация. В статье отражена взаимосвязь системы целевых показателей, влияющих на использование техники, технологий, материальных и трудовых ресурсов, используемых для производства сырого молока в агробизнесе. Авторами представлено решение, позволяющее повысить экономическую эффективность производства сырого молока в агробизнесе. Предлагается использовать систему целевые показатели в агробизнесе поэтапно. На первом этапе предлагается сформировать систему целевых показателей для кормовых культур в растениеводстве, на втором этапе – сформировать систему целевых показатели по кормопроизводству, на третьем этапе – разработать систему целевых показателей для молочного крупнорогатого скота. Применение представленной системы целевых показателей позволяет повысить эффективность и взаимодействие структурных подразделений в агробизнесе, сократить материальные затраты и простои техники, оптимизировать использование трудовых ресурсов.

Ключевые слова: система целевых показателей, экономическая эффективность, производственные процессы, молочный крупный рогатый скот

В условиях становления нового технологического уклада, характеризующегося внедрением передовых технологий и динамично меняющейся конъюнктурой рынка,

повышение экономической эффективности агробизнеса становится необходимым условием для обеспечения их устойчивого развития и повышения конкурентоспособности.

Определение экономической эффективности молочного животноводства должно основываться на системном подходе, учитывающем систему целевых показателей и факторы, влияющие на его функционирование [1]. В свою очередь, экономическая эффективность производства в молочном животноводстве основывается на системе показателей, характеризующих эффект от использования основных факторов [2].

В связи с этим необходимо уделить особое внимание системе целевых показателей в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном КРС, позволяющих оптимизировать производственные процессы в этих структурных подразделениях, так они влияют на создание конечного продукта.

Система целевых показателей влияет на себестоимость продукции, рентабельность производства и общую финансовую устойчивость агробизнеса. Не эффективное использование ресурсов, отражается на системе целевых показателей. Они покажут, что при организации производственных процессов не соблюдалась технология выращивания и производства кормов и, как следствие, целевые показатели в молочном КРС будут ниже запланированных, что приведет к нерациональному использованию ресурсов, росту финансовых потерь и снижение конкурентоспособности.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью разработки эффективной системы целевых показателей. Целью исследования является разработка системы целевых показателей, которые обеспечат получение качественных кормов и сырого молока, отвечающего заданным целевыми показателям, что позволит обеспечить снижение затрат, повышение производительности и рост качества выпускаемой продукции.

При исследовании использовался комплекс научных методов, включая анализ статистических данных, абстрактно-логический, системно-функциональный, метод анализа и синтеза, факторный, и др. Основу научного исследования составил анализ трудов отечественных и зарубежных экономистов-аграрников, посвященных проблемам управления экономической эффективностью организации производственных процессов в агробизнесе.

Система целевых показателей в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном КРС в агробизнесе призвана показать, насколько рационально сосчитаются в пространстве и во времени основные, вспомогательные и обслуживающие процессы, чтобы выпускать корма и сырое молоко в нужном качестве и количестве.

Разработка системы целевых показателей в агробизнесе включает несколько этапов:

Этап 1. Формирование системы целевых показателей в растениеводстве. На данном этапе определяются кормовые культуры и перечень целевых показателей. Набор целевых показателей может быть следующий (см. рисунок):

- зерновые культуры, которые идут на приготовление концентрированных кормов: урожайность; содержание белка; содержание клейковины;
- зеленая масса кукурузы на силос: урожайность;
- зеленая масса однолетних (многолетних) трав на сенаж: урожайность;
- зеленая масса однолетних (многолетних) трав на сено: урожайность.

Этап 2. Формирование системы целевых показателей в кормопроизводстве. Корма имеют наибольший удельный вес в структуре затрат на содержание основного стада [3]. Набор целевых показателей может быть следующий (см. рисунок):

- грубые корма: влажность в %; количество сухого вещества;
- сочные корма: влажность в %; уровень pH; кислотность (pH); количество сухого вещества.

Этап 3. Формирование системы целевых показателей в молочном КРС. Набор целевых показателей может быть следующий (см. рисунок):

- продуктивность дойных коров по фазам лактации: количество сырого молока в день; содержание жира; содержание белка;

- продуктивность молодняка: среднесуточный привес.

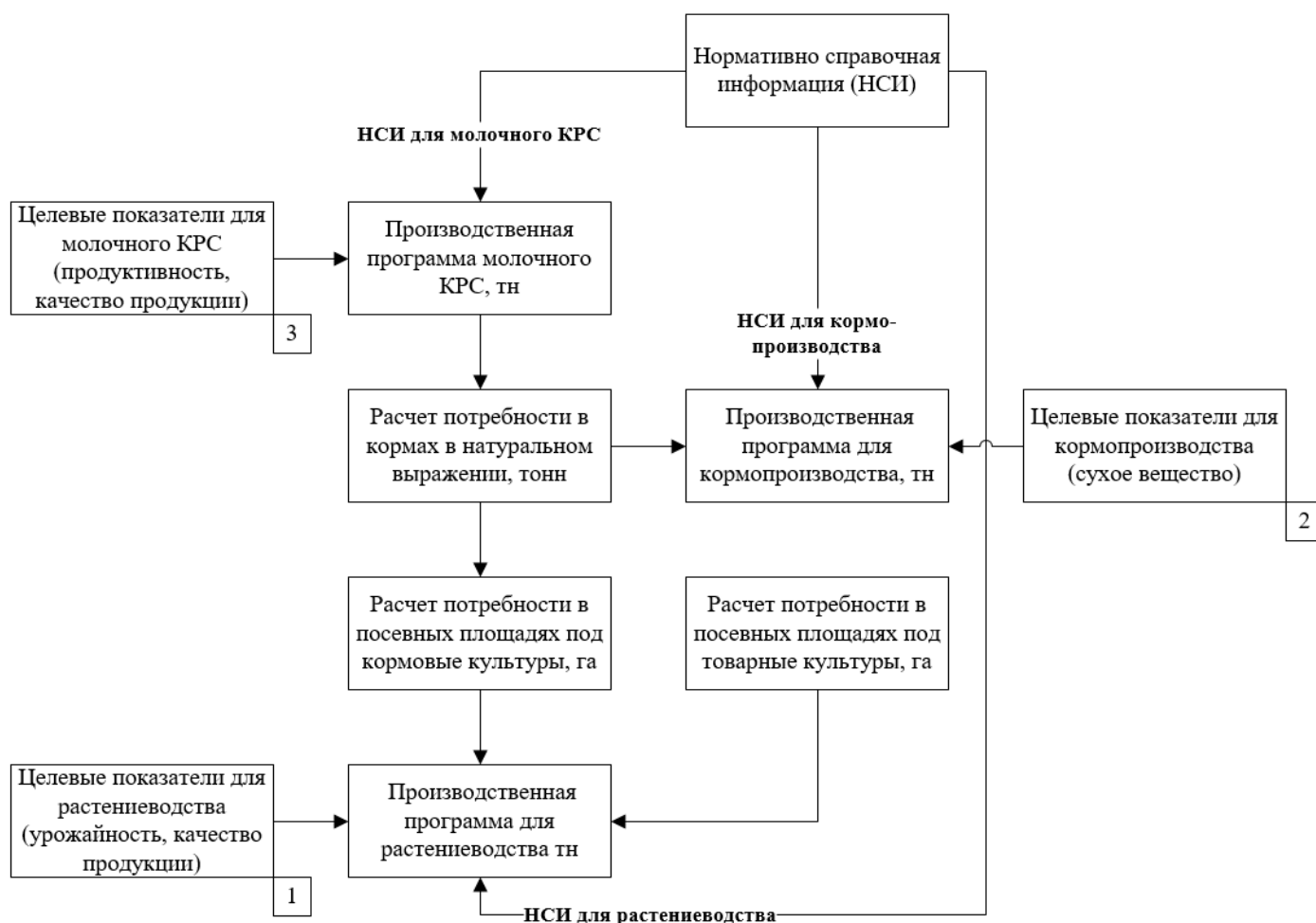


Схема организации производственных процессов в структурных подразделениях в агробизнесе

Предложенная система целевых показателей представляет собой комплексный инструмент для оптимизации взаимодействия между ключевыми структурными подразделениями в агробизнесе: молочным КРС, кормопроизводством и растениеводством. Благодаря формированию взаимосвязи в планировании производственных процессов, данная система позволяет перейти от интуитивного управления к принятию решений, основанных на конкретных данных и экономических показателях.

Применение системы целевых показателей обеспечивает возможность формирования сбалансированной производственной программы в натуральном выражении для каждого структурного подразделения. Более того, «оцифровка» производственного плана путем применения стоимостных показателей позволяет получить детальный Бюджет Доходов и Расходов, что дает четкое представление о маржинальности и рентабельности каждого направления деятельности. Это, в свою очередь, открывает возможности для выявления узких мест и принятия мер по повышению эффективности.

Особое внимание в системы целевых показателей уделяется эффективному использованию, основанному на движения поголовья; земельных ресурсов и рациональному распределению трудовых ресурсов. Система позволяет оптимизировать структуру посевных площадей, учитывая потребности как в товарных, так и в кормовых культурах. Научно обоснованное распределение трудовых ресурсов, учитывающее сезонность сельскохозяйственных работ, способствует снижению издержек и повышению производительности труда.

Внедрение предложенной системы целевых показателей позволит в агробизнесе повысить экономическую эффективность производственных процессов, улучшить финансовые показатели и обеспечить устойчивое развитие в условиях динамично меняющейся рыночной конъюнктуры. Она служит надежной основой для принятия обоснованных управленческих решений и достижения стратегических целей в агробизнесе.

Список литературы

1. Анищенко А.Н. Оценка эффективности развития молочного скотоводства с учетом модернизации: методические аспекты // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 7 (84). – С. 869-876.
2. Гусев А.Ю. К вопросу совершенствования системы показателей оценки экономической эффективности отрасли молочного животноводства // Транспортное дело России. – 2011. – № 12. – С. 197-200.
3. Миненко А.В. Оценка факторов, влияющих на эффективность производства молока в регионе аграрной специализации // Вектор экономики. – 2021. – № 8 (62).

<https://doi.org/10.26898/2026-144>
УДК 338.43

РОЛЬ ЖИВОТНОВОДСТВА В ПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Бессонова Е.В., канд. экон. наук, доцент

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: evb00@yandex.ru

Аннотация. Отрасль животноводства, удельный вес которой составляет 53% в валовой продукции аграрного сектора Сибирского федерального округа, имеет важное значение в продовольственном обеспечении населения. За последние 15 лет в отрасли животноводства довольно четко определились негативные тенденции и нерешенные проблемы, которые отрицательно влияют на уровень достижения продовольственной безопасности в сибирском регионе. В этой связи особое внимание необходимо уделить регулирующей роли государства, особенно в системе ценообразования по всей технологической цепочке: от производства сырья до реализации готовой продукции потребителю.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, уровень самообеспечения, рациональные нормы потребления, государственное регулирование

Животноводство является ведущей отраслью сельского хозяйства Сибирского региона. Согласно Доктрине продовольственной безопасности, для оценки обеспечения продовольственной безопасности в качестве основных индикаторов используется достижение пороговых значений показателей продовольственной независимости, экономической и физической доступности продовольствия. Продовольственная независимость определяется как уровень самообеспечения, рассчитываемый как отношение объема отечественного производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия к объему их внутреннего потребления в процентах. В отношении продуктов животноводства приняты следующие пороговые значения уровня самообеспечения: для мяса и мясопродуктов - не менее 85%, для молока и молочных продуктов - не менее 90% [1].

В 2024 г. в сибирском регионе было произведено 1041,8 тыс. т мяса в убойном весе, или 8,5% от общероссийского производства. Это четвертое место в рейтинге после Центрального, Приволжского и Южного федеральных округов.

За последние 15 лет в СФО довольно четко определились общие тенденции и нерешенные проблемы в развитии отрасли животноводства: сокращается поголовье всех видов животных как в сельхозорганизациях, так и мелкотоварном секторе, остро стоит кадровая проблема (в настоящее время пастухи самые дефицитные и востребованные работники на селе), сохраняется импортозависимость отраслей животноводства от поставок оборудования и племенного материала, остается низкой эффективность выращивания скота и птицы, отсутствует экономическая мотивация в наращивании производственного потенциала отрасли. Все эти проблемы привели к сокращению поголовья животных и снижению производства мяса (табл. 1).

Таблица 1

Численность поголовья и производство мяса по видам животных в Сибирском федеральном округе

Показатель	2010 г.	2016-2020 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г. в % к 2010 г.
Поголовье животных и птицы в хозяйствах всех категорий, тыс. гол.						
В том числе:						
крупный рогатый скот	3326,4	3075,9	2746,0	2600,8	2402,3	78,1
свиньи	2708,8	2596,4	2299,5	2266,2	2216,9	85,4
овцы и козы	2533,6	2935,0	2627,9	2347,2	1959,9	66,8
птица	50511,4	51285,6	52005,7	49625,9	50447,3	98,4
Производство скота и птицы на убой в уб. в., тыс. т						
Мясо всего	1022,5	1016,7	1046,1	1039,2	1041,8	102,0
В том числе:						
говядина	308,3	236,5	218,4	219,4	215,3	69,8
свинина	379,3	390,5	432,8	402,0	406,3	107,1
мясо овец и коз	23,7	22,7	19,6	19,1	17,8	75,1
мясо птицы	289,9	362,4	357,1	379,4	383,5	132,3

За анализируемый период в СФО сократилось поголовье всех видов животных. В большей степени сократилось поголовье крупного рогатого скота (на 924,1 тыс. гол., или 21,9%), овец и коз (573,7 тыс. гол., или 33,2%), свиней (491,9 тыс. гол., или 14,6%). Поголовье птицы сократилось на 64,1 тыс. гол., или 1,6%.

Аграрная политика государства, направленная на интенсивное развитие скороспелых отраслей - свиноводства и птицеводства с целью компенсации недостающих объемов мяса крупного рогатого скота, овец и коз, а также более низкие розничные цены на мясо свиней и птицы способствовала удовлетворению платежеспособного спроса населения в общем объеме мясной продукции. С другой стороны, ускоренное развитие птицеводства и свиноводства привело к структурным изменениям общего объема производства мяса по видам (рис. 1).

Так, в 2024 г. в Сибирском федеральном округе в расчете на 1 человека было произведено 13 кг говядины при рекомендуемой норме потребления 14 кг, 24,5 кг свинины (норма потребления – 10 кг), 1,1 кг мяса овец и коз (норма потребления – 5 кг), 23,1 кг мяса птицы (норма потребления – 40 кг) (табл. 2).

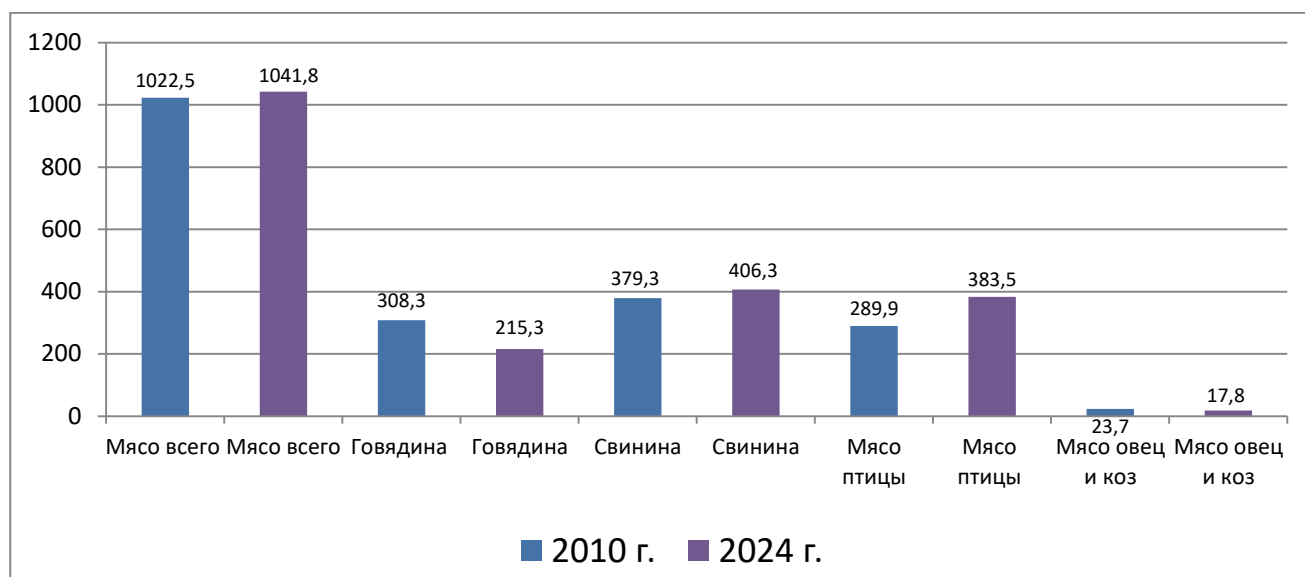


Рис. 1. Структурные сдвиги в производстве мяса по видам в СФО, тыс. т

Таблица 2

Производство мяса по видам в Сибирском федеральном округе

Показатель	1990 г.		2024 г.		Медицинская норма потребления, кг
	Всего, тыс. т	На 1 человека, кг	Всего, тыс. т	На 1 человека, кг	
Мясо всего	1591,4	84,7	1041,8	63	74
В том числе:					
говядина	784,9	41,7	215,3	13,0	14
свинина	460,7	24,5	406,3	24,5	10
баранина	87,9	4,7	17,8	1,1	5
мясо птицы	235,3	12,5	383,5	23,1	40

Таким образом, согласно рекомендуемым медицинским нормам здорового питания [2], Сибирский регион, при избыточном производстве свинины, испытывает особый недостаток в производстве говядины, мяса овец и коз. Расчеты показывают, что ресурсный потенциал СФО позволяет полностью удовлетворить потребности населения в мясе всех видов и определенные объемы поставлять для межрегионального продуктообмена и на экспорт. Это подтверждает уровень производства мяса в дореформенном 1990 г., когда в Сибири в расчете на 1 человека было произведено 84,7 кг мяса всего, тогда как в среднем по России - 68 кг. Производство мяса по всем видам превышало рекомендуемые нормы потребления, за исключением мяса птицы, и в небольшой степени - баранины.

Как в целом по России, так и в Сибирском федеральном округе сохраняются негативные тенденции в развитии отрасли молочного скотоводства. Сокращается поголовье коров во всех категориях хозяйств, в том числе в Сибирском регионе - более быстрыми темпами.

Отрасль функционирует в сложных экономических условиях диспаритета и волатильности цен на рынке сырого молока, сокращения объемов материальных и финансовых ресурсов для ведения расширенного воспроизводства, дефицита кадров.

Наряду с этим падает платежеспособный спрос населения на молоко и молочные продукты, снижается инвестиционная активность в молочной отрасли на фоне высокой ключевой ставки Центробанка, присутствует значительная волатильность закупочных цен на рынке сырого молока и, как следствие, сокращается поголовье коров, прежде всего в мелких и средних хозяйствах. Рост продуктивности молочного стада в сельхозорганизациях при сложившихся темпах сокращения поголовья коров, не восполняет потери в общих объемах производства молока, что приводит к стагнации в развитии молочной отрасли (рис. 2).

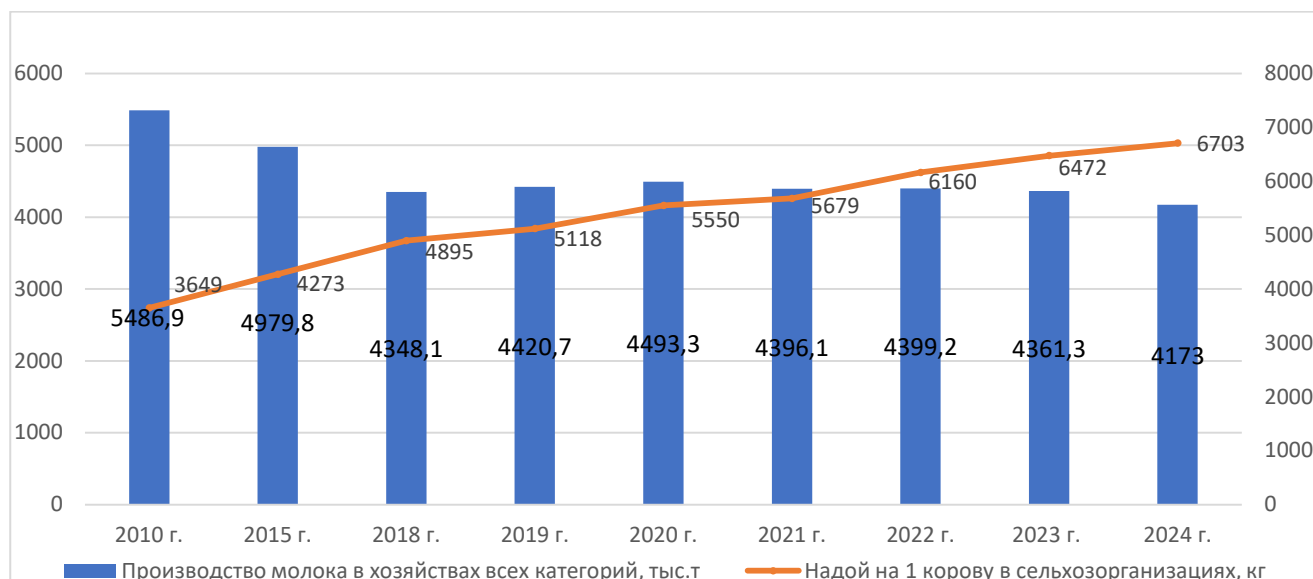


Рис. 2. Динамика производства молока и молочной продуктивности в Сибирском федеральном округе

Сложившиеся негативные тенденции на рынке мясной и молочной продукции в сибирском регионе отрицательно влияют на уровень продовольственного обеспечения населения сибирского региона, достижение показателей самообеспечения, определенных Доктриной продовольственной безопасности. В этих условиях особого внимания требует усиление регулирующей роли государства в системе ценообразования по всей технологической цепочке «от поля до прилавка». Это прежде всего меры государственного регулирования, направленные на сглаживание диспаритета цен на сырьевом рынке: введение минимальных гарантированных закупочных цен на сельхозпродукцию, контроль за ценами на материальные ресурсы для сельского хозяйства, стабилизация цен на энергоносители, льготные тарифы на транспортировку сельхозпродукции (прежде всего зерна) железнодорожным транспортом.

Важное значение имеет государственное регулирование потребительского спроса, который тесно связан с ростом доходов населения, расширением государственного заказа на продовольствие, покупаемое в социальные фонды, регулированием продовольственного рынка с использованием механизма интервенций. Важным направлением является контроль со стороны государства за ценами на основные продукты питания в торговых сетях [3].

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 (с изм. и доп. 10 марта 2025 г.).
2. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. № 614 (в ред. Приказов Минздрава РФ от 30.12.2022 № 821).
3. Тю Л.В., Бессонова Е.В., Утенкова Т.И. Приоритетные направления наращивания аграрного потенциала сельскохозяйственного производства Сибирского федерального округа и меры государственной поддержки // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 9. – С. 3-10.

РАЗВИТИЕ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССЕ

Бондарев Н.С.¹, д-р экон. наук, доцент,

Бондарева Г.С.², д-р экон. наук, доцент

¹Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

²Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкого,
Кемерово, Россия

Аннотация. В статье представлены и описаны основные элементы традиционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, текущее состояние в регионе, определена необходимость его развития, применяя современные технические средства и подходы, результатом которого является web-приложение «Система управления мониторингом». Основные функции приложения заложены на основе оцифрованных земельных карт различного назначения и на их сравнении как между собой, так и с данными ортофотопланов, полученных с помощью беспилотных воздушных средств, отражающих текущее состояние участков. Применение web-приложения позволяет получить преимущество в сроках, охвате, стоимости, функциональных возможностях, за счет применения автоматизации и цифровизации мониторинга.

Ключевые слова: мониторинг, земли, web-приложение, сельское хозяйство, регион

Актуальность мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, связанных с земельным контролем и надзором, исходит из основополагающих положений Земельного кодекса, Федерального закона «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», согласно которым основными элементами мониторинга являются: целевое назначение, использование/неиспользование земель, законное/незаконное использование, нарушение почвенного покрова, восстановление и рекультивация.

Мониторинг призван фиксировать состояние земель сельскохозяйственного назначения, изменение данных, являться средством и источником контрольно-надзорных мероприятий. В Кемеровской области – Кузбассе ежегодно мониторингу и контрольно-надзорным мероприятиям подвергается около 30 тыс. га земель, что является явно недостаточным для эффективного учета текущего состояния земель сельскохозяйственного назначения [1].

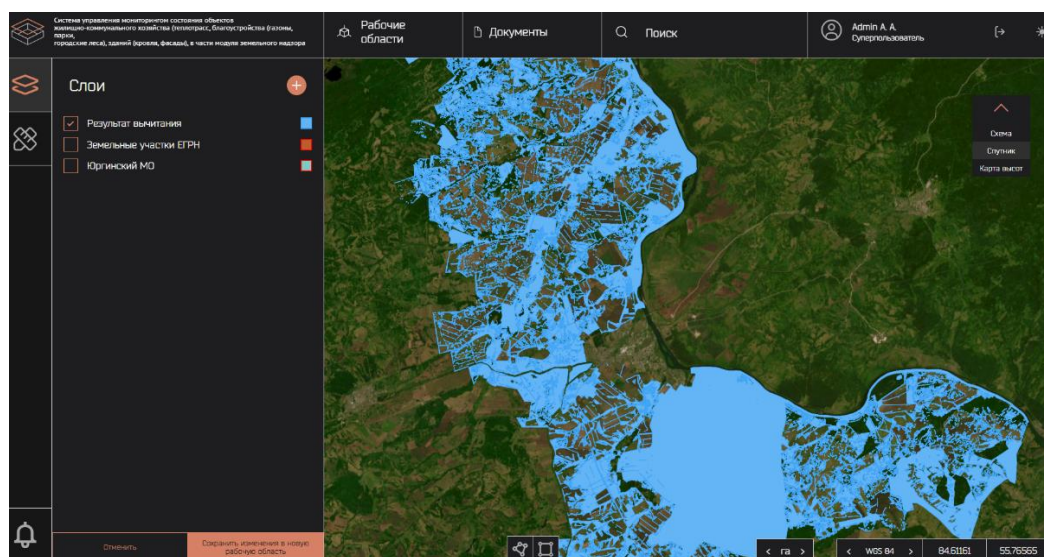
В целях оперативного мониторинга и оценки текущего состояния, фиксации нарушений земель сельскохозяйственного назначения в Кемеровской области – Кузбассе разработано и реализуется web-приложение «Система управления мониторингом...», которое в части модуля земельного надзора (по землям сельскохозяйственного назначения) с заложенными оцифрованными картами и полученными ортофотопланами позволяет наиболее полно и эффективно реализовать требования земельного законодательства [2, 4, 6, 8].

Функциональная система мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, заложенная в web-приложении, базируется на оцифрованных в векторный формат земельных карт, которые носят нормативный формат и определяют границы, назначение, тип, правообладателя, направление использования, эрозию, агропроизводственную группировку и другие свойства земель.

Оцифровка карт направлена на возможность компьютерной обработки и сравнения изменения ситуации на участках по данным, предоставленным беспилотными воздушными средствами (ортофотопланам). При проведении кадастровых работ кадастровым инженером

в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» устанавливаются только границы земельного участка, определяется его площадь, что не позволяет получить значительный объем информации по почвам, направлению использования, определению категорий, особенностей эксплуатации земель, возможностей их использования для хозяйственного оборота, ограничивает возможность программного определения изменения ситуации в будущем [5, 7].

Используя инструмент «Вычитание векторов», и алгоритмы, данные заложенного в программу web-приложения искусственного интеллекта, производящего сравнения данных различных карт и слоёв (отняв от слоя с границами муниципального округа слой с земельными участками, зарегистрированными в ЕГРН) найдена площадь земельных участков, не стоящих на кадастровом учете (см. рисунок).



Слой с участками, не поставленными на кадастровый учет

Таким образом обеспечивается многофункциональная обработка данных и учитываются потребности и задачи различных органов власти, которым вменены задачи мониторинга, контроля, анализа и планирования земель. При проведении кадастровых работ традиционным способом фактически формируется только один документ – межевой план, если работы проводились в отношении земельного участка или его части. Конечно же это не может обеспечить таких возможностей, которые реализованы в разработанном web-приложении.

Для фотограмметрической обработки, результатом которой является построение ортофотопланов с дальнейшим их внесением в модуль земельного надзора Кемеровской области – Кузбасса, используются данные, полученные с беспилотных воздушных средств [3]. Эти снимки обеспечивают точность от 2 до 5 раз большую, чем традиционные спутниковые, позволяя увидеть картинку с разрешением до 1 см.

В отличие от традиционного подхода, предполагающего значительное количество использования ручного труда (кадастровый инженер выезжает на местность и проводит полевые работы (обмер и съемка участка, закрепление всех поворотных точек на местности и т.д.), значительное время исследований, использование беспилотных воздушных средств в web-приложении, даёт огромное преимущество в сроках (5 минут/га!), охвате, стоимости (до 10 раз дешевле), функциональных возможностях, за счет применения автоматизации и цифровизации кадастровых работ и мониторинге земель.

Таким образом, современное развитие мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в Кемеровской области – Кузбассе базируется на использовании современных программных продуктов web-приложения «Система управления мониторингом...»,

позволяющее в полной мере и с наименьшими затратами реализовать функции земельного контроля, заложенные законодательством.

Список литературы

1. Бондарев Н.С. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения угледобывающего региона // Уголь. – 2025. – № 12 (1200). – С. 46-50.
2. Ганиева И.А. Завершен первый этап КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс» // Уголь. – 2025. – № 1 (1189). – С. 33-36.
3. Бондарева Г.С. Кадастровые работы земель сельскохозяйственного назначения региона // Московский экономический журнал. – 2024. – Т. 9. – № 12. – С. 225-235.
4. Косинский П.Д. Комплексное развитие сельских территорий угледобывающего региона: проблемы и решения // Фундаментальные исследования. – 2024. – № 3. – С. 53-57.
5. Рогатнев Ю.М. Применение технологии дистанционного зондирования Земли при мониторинговых исследованиях земель, вовлеченных в промышленное производство нефтегазодобывающей отрасли Республики Саха (Якутия) // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20. – № 10 (249). – С. 669-677.
6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2024626304 Российская Федерация. Мониторинг текущего состояния земель сельскохозяйственного назначения Кемеровской области – Кузбасса / Н.С. Бондарев, А.А. Комарова, Н.Ю. Коньков и др. № 2024626304; заявл. 11.12.24; опубл. 23.12.24; Бюл. № 1.
7. Стукач В.Ф. Сельскохозяйственные земли региона: трансформация, тенденции последних лет, восстановление плодородия // Московский экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 15.
8. Квинт В.Л. Стратегирование экономического и инвестиционного развития Кузбасса. – Кемерово, 2021. – 364 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-146>
УДК 338.43.02

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫБОВОДСТВА В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Борисов Д.В., канд. экон. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: borisov_dv@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные тенденции развития пресноводной аквакультуры в Сибирском федеральном округе, реализация задач, поставленных в федеральных нормативных документах, обосновываются основные направления совершенствования организационно-экономического механизма развития рыбной отрасли в СФО.

Ключевые слова: пресноводная аквакультура, промышленное рыбководство, организационно-экономический механизм, государственная поддержка, инновации, цифровые технологии

Возрождение государственного регулирования развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации началось после принятия «Концепции развития рыбного

хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года» (распоряжение Правительства России от 2 сентября 2003 г. № 1265-р). Затем разрабатывается Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации до 2020 г. (утверждена министром сельского хозяйства РФ 10 сентября 2007 г.) и на её основе - отраслевая программа «Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в Российской Федерации на 2011-2013 годы». Утверждена Приказом Минсельхоза Российской Федерации от 31 марта 2011 г. № 86.

В настоящее время реализуется Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов на период до 2030 года, в которой предусмотрено производство аквакультуры в 2025 году соответственно в 420 тыс. т (по базовому варианту) и 400 тыс. т (по консервативному варианту) [1].

По данным Росрыболовства, активно развивается аквакультура, производство пресноводной рыбы за 10 лет удвоилось благодаря мерам государственной поддержки, позволяющим осуществлять строительство новых предприятий и внедрять новые биотехнологии на действующих предприятиях, реализовывать стратегию импортозамещения по обеспечению кормами и племенным материалом для рыбоводных хозяйств. Увеличилась доля рыбной продукции глубокой переработки в общем объеме производства: с 15 % в 2017 году до 34% по итогам 2024 года [2].

Сибирскими учёными проведены исследования особенностей климата и водных ресурсов Сибирского федерального округа, которые подтвердили перспективность развития рыбоводства, особенно в Южно-Сибирском макрорегионе [3, 4].

Производство рыбоводными хозяйствами Российской Федерации рыбы пресноводной живой с 2016 по 2024 год выросло с 44,3 тыс. до 57,3 тыс. т, или на 29,3%. Лидером по объемам производства является Центральный федеральный округ, доля которого в общероссийском производстве в 2024 г. составила 31,8%. На втором месте по объемам производства стоит Южный федеральный округ – 27,5%, на третьем – Северо-Кавказский федеральный округ - 19,7%. Сибирский федеральный округ занимает седьмое место с долей производства 2,1% (рис. 1).

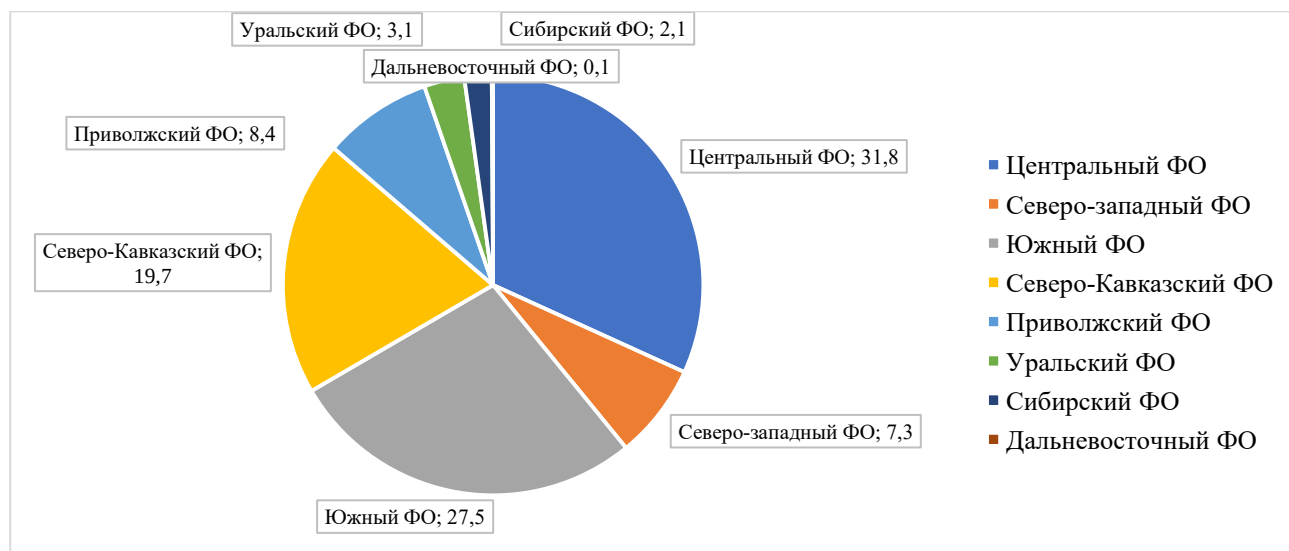


Рис. 1. Доля федеральных округов в общероссийском производстве пресноводной живой рыбы рыбоводными хозяйствами в 2024 г.,

% Источник: составлено по материалам Росстата [5, с. 689-690]

В общероссийском производстве рыбы пресноводной свежей или охлажденной рыбоводными хозяйствами России ситуация складывается иная: безусловным лидером становится Северо-Западный федеральный округ с долей 64,6% от общероссийского

производства, на втором месте – Южный федеральный округ с долей 17,2%, на третьем месте – Уральский федеральный округ с долей 8,8%, Сибирский федеральный округ занимает 4 место, занимая 4,7% общероссийского производства (рис. 2). Рыбопромышленники Новосибирской области экспортируют в Китай и Республику Казахстан продукцию пресноводного рыбоводства: сазан, карась, судак, планируют также начать экспорт ротана.

За период с 2010 по 2024 г. число организаций, осуществляющих экономическую деятельность по направлению «Рыбоводство», выросло в целом в Российской Федерации на 10,5%. Наибольший рост наблюдается в Северо-Кавказском федеральном округе – 58,3%; в Сибирском федеральном округе рост составил 16,4%. В двух федеральных округах число рыбоводческих хозяйств снизилось: в Приволжском федеральном округе – на 4,2%, в Уральском федеральном округе – на 10,9% (см. таблицу).

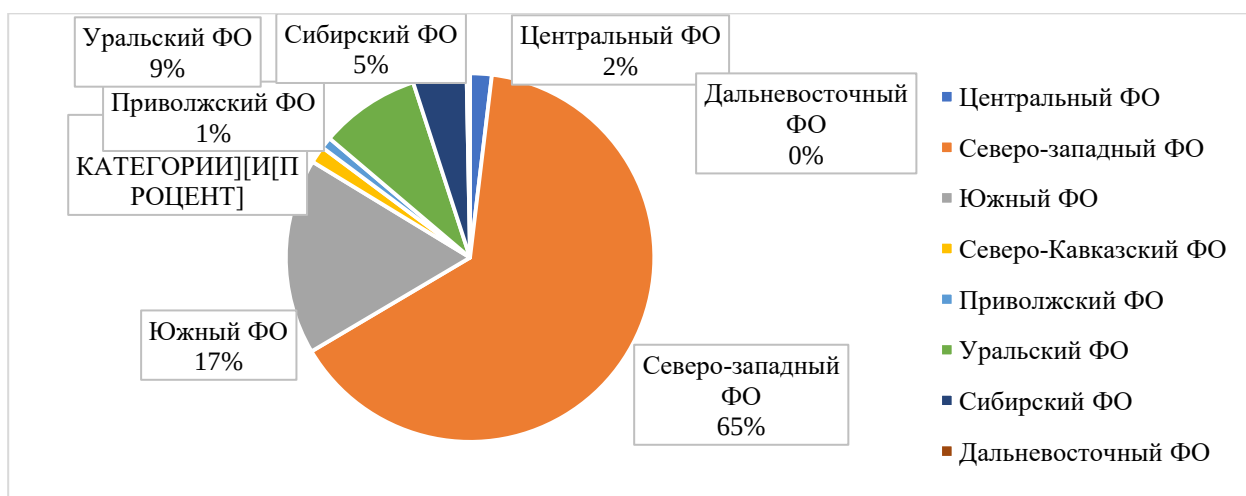


Рис. 2. Доля федеральных округов в общероссийском производстве рыбы пресноводной свежей или охлажденной рыбоводными хозяйствами в 2024 г., %

Источник: составлено по материалам Росстата [5, с. 689-690]

За анализируемый период, с 2010 по 2024 год, увеличился удельный вес убыточных организаций в общем числе рыбоводных организаций в Российской Федерации с 32,2% в 2010 году до 51,1% в 2024 году. По состоянию на 1 января 2025 года доля убыточных рыбоводных организаций составляет: в Центральном федеральном округе – 46,2%; в Северо-Западном федеральном округе – 58,3%; в Южном федеральном округе – 50%; в Северо-Кавказском федеральном округе – 33,3%; в Приволжском федеральном округе – 20%; в Уральском федеральном округе – 100%; Дальневосточном федеральном округе – 66,7%; в Сибирском федеральном округе показатели указаны только по двум регионам – в Алтайском крае и Красноярском крае – 100% [5, с. 687-688].

Пресноводная аквакультура является перспективным направлением развития рыбного хозяйства России. Среди причин, сдерживающих развитие пресноводного рыбоводства, специалисты называют:

- медленную реализацию дорожной карты по развитию потребления рыбы и морепродуктов в Российской Федерации, направленную на формирование культуры здорового питания и регулярного потребления рыбы [2];

- устаревшую инфраструктуру (многие предприятия нуждаются в модернизации); несовершенную систему сбыта и маркетинга рыбной продукции; низкий уровень изучения покупательского спроса и диверсификации видов выращиваемой рыбы; сохранение импорта значительного количества рыбной продукции (это отрицательно влияет на российскую рыбную отрасль) [6];

- недостаточный уровень государственной поддержки технологической модернизации в рыбоводстве, медленное внедрение цифровизации - в настоящее время единой государственной программы по внедрению цифровизации в аквакультуре нет ни на федеральном, ни на региональном уровнях [7].

Число организаций, осуществляющих экономическую деятельность по направлению «Рыбоводство» в Российской Федерации с 2010 по 2024 г. (на конец года)

Федеральный округ	2010	2015	2020	2022	2023	2024	2024 г. в % к 2010 г.
Российская Федерация	2171	2399	2159	2194	2300	2399	110,5
Центральный	492	531	473	474	494	507	103,0
Северо-Западный	325	327	318	346	362	370	113,8
Южный	400	453	400	429	449	475	118,8
Северо-Кавказский	139	159	146	168	180	220	158,3
Приволжский	313	338	274	267	293	300	95,8
Уральский	165	164	153	146	147	147	89,1
Дальневосточный	191	224	218	193	203	210	109,9
Сибирский	146	203	177	171	172	170	116,4

Таким образом, для развития пресноводного рыбоводства в Сибирском федеральном округе, необходимо совершенствование организационно-экономического механизма инновационного развития рыбопромышленного комплекса СФО, а именно:

- в регионах СФО разработать и реализовать целевые программы развития пресноводного рыбоводства (наиболее подходящим объектом для пастбищного рыбоводства в этих регионах являются сиговые рыбы);

- выделение дополнительных средств из бюджетов регионов СФО на поддержку научно-исследовательских и образовательных учреждений рыбохозяйственного комплекса (финансирование на федеральном уровне на эти цели запланировано только для государственных технических университетов Астрахани, Владивостока, Калининграда, Петропавловска-Камчатского, Керчи);

- на уровне МО «Сибирское соглашение» разработать комплексную программу развития пресноводной аквакультуры и проведения её цифровизации, учитывая научный потенциал СО РАН, СФНЦА РАН, ФАНЦА РАН, вузов Сибирского федерального округа;

- регионам Сибирского федерального округа необходимо финансово поддерживать инвесторов, чья деятельность направлена на развитие инфраструктуры пресноводного рыбоводства;

- на уровне МО «Сибирское соглашение» разработать программу популяризации отечественной рыбной продукции в рамках развития национального бренда «Русская рыба» и реализации дорожной карты, разработанной Федеральным агентством по рыболовству, направленную на формирование культуры здорового питания и регулярного потребления рыбы.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.02.2025 № 253-р // Правительство Российской Федерации: офиц. сайт. – URL: <http://government.ru/docs/all/157663/>.
2. Шестаков И. Ключ к успеху отрасли – инновации и модернизация инфраструктуры // FISHNEWS. Информационно-аналитический журнал. – 2025. – № 4/2 (83). – С. 4-8.
3. Перспективная сельскохозяйственная специализация макрорегионов Сибири / под ред. П.М. Першукевича, В.В. Алещенко. – Омск, 2020. – С. 125-132.
4. Чиркова И.Г., Бикейкина А.И., Борисов Д.В., Кулаженко И.К. Функционирование компаний регионального продовольственного комплекса в современных условиях

хозяйствования: моногр. / под ред. И.Г. Чирковой. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, Новосибирск, 2023. – С. 55–64.

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2025: стат. сб. / Росстат. – М., 2025. – 1035 с.

6. Труба А.С., Труба М.А., Акимов Е.Б. Тенденции трансформации отрасли пресноводной аквакультуры в России: экономический аспект // Вопросы рыболовства. – 2025. – Т. 26. – № 2. – С. 177–190.

7. Борисов Д.В. Государственное регулирование развития аквакультуры в условиях цифровой трансформации // Инновационное развитие АПК Сибири и сельских территорий: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию СибНИИЭСХ СФНЦА РАН (Новосибирск, 19–20 июня 2025 г.) / под науч. ред. проф. Л.В. Тю, проф. К.С. Голохваста, проф. Е.В. Рудого, к.т.н. Д.В. Шаповалова. – Новосибирск: Агронаука, 2025. – С. 241–245.

<https://doi.org/10.26898/2026-147>
УДК 338.43

ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ КРУПЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СИБИРИ

Борисова О.В., д-р экон. наук, доцент

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: borisova_ov@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления развития крупяной промышленности Российской Федерации, реализующей программы инновационного развития по внедрению технологий переработки новых видов сельскохозяйственного сырья, выпуску функциональных продуктов питания, освоению новых сегментов мирового продовольственного рынка.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, крупяная промышленность, инновационные технологии, функциональные продукты питания, экспортная деятельность

Стратегические цели зерноперерабатывающей промышленности Российской Федерации определены в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации и направлены на полное обеспечение населения продовольствием высокого качества и решение задач по обеспечению глобальной продовольственной безопасности [1].

Объектом настоящего исследования является крупяная промышленность Сибирского федерального округа. На базе Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий выполняются фундаментальные и прикладные исследования развития зернового подкомплекса и зерноперерабатывающей промышленности Сибири, в том числе создание новых предприятий крупяной промышленности в сельской местности, что позволит приблизить производство к рынку сырья и создавать новые высокотехнологичные рабочие места [2–4].

Хлебные продукты, в состав которых входят все виды круп, играют важную роль в питании населения Российской Федерации: первое место по объёмам потребления хлебных продуктов на душу населения занимает Северо-Кавказский федеральный округ, второе – Уральский федеральный округ, третье – Южный федеральный округ, четвёртое – Сибирский федеральный округ [5, с. 232–239]. Отпускные цены производителей круп в РФ за

последние 5 лет стабильно увеличивались, за исключением крупы гречневой, цены на которую снизились почти на 40%, что связано с ограничением сбыта продукции (табл. 1).

Таблица 1

Динамика средних цен производителей Российской Федерации на крупы, в % к 2020 г. (за тонну)

Крупа	2020	2021	2022	2023	2024
Рис полуобрушенный/полностью обрушенный, шелушенный/дробленый	100	107,6	152,6	185,2	176,5
Манка	100	105,1	98,6	110,1	136,2
Гречка	100	151,5	97,5	69,2	60,6
Пшено	100	112,6	113,0	121,9	125,8

Источник: рассчитано по материалам Росстата [6, с. 191].

За последние 15 лет объёмы потребления хлебных продуктов в Российской Федерации сократились, однако только в Северо-Западном федеральном округе оно приблизилось к рекомендуемой медицинской норме. В Сибирском федеральном округе в 2024 году потребление хлебных продуктов на душу населения составило 121,6% от рекомендуемого объёма. Учитывая значимость данной товарной группы в питании населения, задачей крупяной промышленности является выпуск круп в соответствии со спросом населения, а также выпуск функциональных и диетических продуктов (рис. 1, а, б).

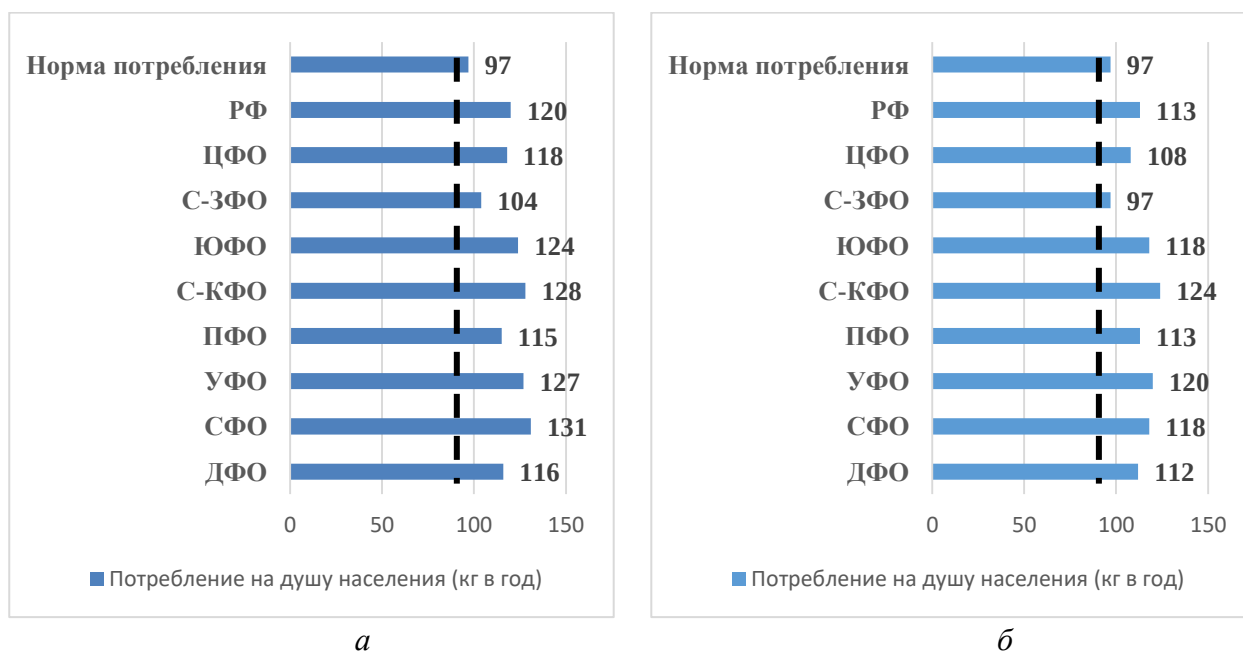


Рис. 1. Потребление хлебных продуктов в Российской Федерации: а – в 2010 г.; б – в 2024 г.

Источник: составлено по материалам Росстата [5, с. 232–239]

По оценке Росстата РФ за период с 2020 по 2024 г.: уровень использования среднегодовой производственной мощности крупяных предприятий повысился с 37,6 до 48,6 %; степень износа основных фондов предприятий по производству пищевых продуктов снизилась с 51,6% в 2020 г. до 48,8% в 2024 г.; за 5 лет построено предприятий крупяной промышленности общей мощностью переработки 456,2 т зерна в сутки [6, с. 39-72].

Наибольшую долю в производстве круп занимает крупа гречневая – 29,4%, на втором месте – рис – 23,8%, на третьем крупы из пшеницы – 16,4% (рис. 2).

Темпы роста производства круп в Российской Федерации и Сибирском федеральном округе значительно различаются: в РФ за период с 2020 по 2024 г. производство крупы и муки грубого помола из зерновых культур увеличилось на 11,1%, в СФО – снизилось на 27,7%; производство круп, муки грубого помола и гранул из зерновых культур, не

включенных в другие группировки, в РФ увеличилось на 34,6%, в СФО – на 54,4%. Крупная промышленность Сибирского федерального округа работает достаточно стабильно, формируя значительную долю общероссийского рынка – до 47,7% (табл. 2).

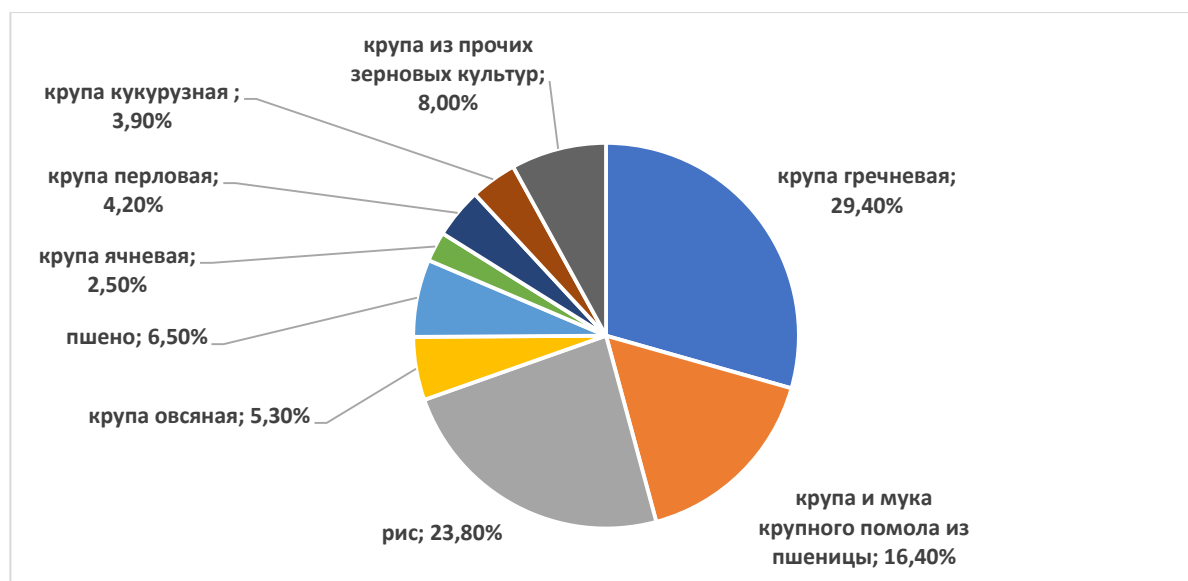


Рис. 2. Структура общероссийского производства круп в 2024 г.
Источник: рассчитано по материалам Росстата [6, с. 112]

В СФО основным производителем круп является Алтайский край, в котором производят 85% всех круп Сибири. В число наиболее крупных предприятий крупяной отрасли Российской Федерации вошли предприятия Алтайского края и Новосибирской области.

Новосибирская компания «Семейные закрома» специализируется на производстве фасованных круп в широком ассортименте, используя традиционные виды сырья, поставляет свою продукцию в 52 региона России и 11 стран (США, Германия, Израиль, Казахстан, Азербайджан, Греция, Чехия, Таджикистан, Испания) [7].

Таблица 2
Производство крупы, муки грубого помола и гранул из зерновых культур в Российской Федерации

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024	2024 г. в % к 2020 г.
Крупа и мука грубого помола из пшеницы, тыс. т						
Российская Федерация	325	360	402	353	361	111,1
Сибирский федеральный округ	64,7	78,1	57,9	55,5	46,8	72,3
Доля СФО в общероссийском производстве	19,9	21,7	14,4	15,7	12,9	
Крупа, мука грубого помола и гранулы из зерновых культур, не включенные в другие группировки, тыс. т						
Российская Федерация	979	1 007	1 085	1 161	1 318	134,6
Сибирский федеральный округ	407	455	509	522	629	154,4
Доля СФО в общероссийском производстве	41,6	45,2	46,9	45,0	47,7	

Первая крупяная компания (ТМ «Пассим») г. Новосибирска разнообразила ассортимент, выпуская крупы в разной упаковке, в том числе в варочных пакетах. Особой линией продукции стал выпуск органической продукции и широкое представление её на крупных международных выставках (Продэкспо-2025, Москва; Gulfood 2025, Дубай, ОАЭ).

Линейка органических круп ТМ «Passim» победила в конкурсе «Новинка года» на международной выставке продуктов питания World Food Moscow, что позволило расширить географию сбыта, в том числе расширить экспорт с 5 до 8 стран [8].

Интересен опыт компании из Алтайского края агрохолдинг «Гудвилл», работающей более 20 лет. Все подразделения предприятия расположены в сельской местности, работает более тысячи человек. Производственная цепочка от производства семян до производства готовой продукции осуществляется в одной организации: на площади 5594 га развивается собственная селекция семян в содружестве с ведущими научно-исследовательскими институтами генетики и семеноводства России, Белоруссии и Германии. Сельхозкультуры выращиваются в предгорьях Алтая на площади 51 086 га (гречиха, овес, ячмень, горох, просо, пшеница, кукуруза), применяемые современные технологии позволяют Агрохолдингу Гудвилл производить конкурентные объемы высококачественной продукции каждый год. Новинки 2024 – 2025 гг.: геркулес с семенами льна, овсяные хлопья с семенами чиа, хлопья 3 злака с семенами чиа, хлопья 3 злака с черносливом и абрикосом, хлопья овсяные с клубникой и бананом, смесь круп овсяная резаная с гречкой, чечевица, булгур, полба резаная и т.д. Повышенное качество продукции подтверждено специальным знаком «Роскачества». Отгрузки продукции осуществляются по всей территории Российской Федерации и по экспорту в 22 страны (США, Германия, Италия, Испания, Португалия, Франция, Литва, Молдова, Греция, Израиль, Китай, Южная Корея, Япония, Вьетнам, Азербайджан, Казахстан, Кыргызстан, Туркменистан, Узбекистан, Армения, Беларусь, Монголия) [9]

Отличительной особенностью сибирских предприятий крупяной промышленности является расширение ассортимента за счёт переработки зернобобовых (чечевицы четырех видов, гороха с разной степенью переработки), выпуска принципиально новой продукции.

Таким образом, крупяная промышленность Сибирского федерального округа активно развивается, крупные перерабатывающие предприятия работают в тесном контакте с сельхозтоваропроизводителями или, наоборот, крупные сельхозтоваропроизводители создают свои крупяные предприятия. Это позволяет расширять видовую структуру сельхозсырья и расширять ассортиментную линейку круп и крупяной продукции. К стратегическим направлениям развития крупяной промышленности следует отнести:

- выпуск продуктов функционального назначения для разных групп населения с особыми потребностями в питании;
- внедрение в производство технологий переработки зерна по выпуску крупяных продуктов, разработанных сибирскими учёными;
- сертификация продукции совместно с производителями сельхозсырья на выпуск органической продукции;
- с целью освоения новых сегментов мирового продовольственного рынка в странах Юго-Восточной Азии, Африки, где крупы пользуются постоянным спросом, необходимо расширять ассортимент с учётом особенностей потребительского спроса на предполагаемых рынках сбыта;
- применение международного маркетинга по продвижению своей продукции на мировом продовольственном рынке, активное участие в международных выставках.

Список литературы

1. О внесении изменений в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденную Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20: Указ Президента Российской Федерации от 10.03.2025 № 141. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/51703>.
2. Тю Л.В., Быков А.А. и др. Концепция развития зернового рынка Сибири на период до 2025 года / под ред. Л.В. Тю. – Новосибирск, 2021. – 160 с.
3. Проблемы и перспективы развития зернового подкомплекса и рынка зерна Сибири / под ред. Л.В. Тю. – Новосибирск, 2023. – 176 с.

4. Тю Л.В., Едренкина Н.М., Утенкова Т.И. и др. Концептуальные основы комплексного развития сельских территорий Сибирского федерального округа / под ред. Л.В. Тю. – Новосибирск: Агронаука, 2025.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели: стат. сб. / Росстат. – М., 2025. – 1035 с.
6. Промышленное производство в России. 2025: стат. сб. / Росстат. – М., 2025. – 250 с.
7. Новосибирская компания «Семейные закрома» [Электронный ресурс]. - URL: <http://xn--80aanaammmlmggqze9m.xn--p1ai/>.
8. Первая крупная компания (ТМ «Пассим») [Электронный ресурс]. - URL: <https://passim.ru/>.
9. Агрохолдинг «Гудвилл» [Электронный ресурс]. - URL: <https://altkrupa.ru/>.

<https://doi.org/10.26898/2026-148>
УДК 339.5.053

ПРОДУКТОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ РОССИЙСКОГО ЗЕРНОВОГО ЭКСПОРТА

**Бутакова М.М., канд. экон. наук, доцент,
Соколова О.Н., канд. экон. наук, проф.**

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
e-mail: marina.butakova.59@mail.ru; son-555@mail.ru

Аннотация. Российская Федерация остается стабильно лидирующим игроком на мировых рынках зерновой продукции, сохраняя продовольственную безопасность своей страны и внося существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности стран-импортеров. Важную роль на современном этапе развития российского зернового экспорта играет оценка перспективности его направлений, которая включает оценку рейтинга и доли странового экспорта в мировом. Целью данной публикации является формирование представления о современном положении российских экспортеров на мировом зерновом рынке в его продуктовой конфигурации. Участие в национальном экспорте отдельных субъектов Российской Федерации определяется их специализацией, природными, географическими и экономическими особенностями. Для агроориентированных регионов, к которым относится Алтайский край, особую роль играет выбор в качестве приоритетных направлений экспорта соответствующих специфике регионов продукции.

Ключевые слова: зерновой экспорт, продуктовая конфигурация экспорта, рынок зерна

Россия многие годы является лидирующим игроком на мировых рынках зерновой продукции, сохраняя продовольственную безопасность своей страны и внося существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности стран-импортеров. Отличительной особенностью зерновой продукции являются значительная зависимость объемов, качества и эффективности ее производства от стихийных факторов, повышающих риски нестабильности объемов и уровня конкуренции на внутреннем и мировом рынках. В этой связи мировой экспорт зерновых, являясь привлекательным сегментом мирового рынка, как обеспечивающий базовые потребности населения мира, является нестабильным для участников с точки зрения постоянно изменяющихся потенциальных возможностей и уровня конкуренции, что было отмечено в серии статей авторов [1-3].

Проблемы и перспективы российского агроэкспорта, в том числе зернового экспорта, нашли отражение в работах отечественных ученых [4-6].

Проведение авторского исследования ограничено обстоятельствами, связанными с недоступностью официальной статистической информации об экспорте Российской

Федерации за последние годы. В этой связи исследование проведено по зеркальным данным сайта Торговой статистики для развития международного бизнеса [7], позволяющим дать характеристику структуры мирового и российского зернового экспорта в 2024 г. в текущих ценах в тысячах рублей. Зеркальные данные позволяют получить представление о российском экспорте через соответствующую информацию об импорте стран-партнеров. Оценивая продуктовую конфигурацию зернового экспорта, авторы использовали гармонизированную систему классификации товаров, четырехзначные коды которой позволяют в чистом виде выделить восемь групп злаков, по шести из которых российский экспорт занимает высокие конкурентные позиции. Обработка фактографического материала осуществлялась традиционными статистическими методами.

В настоящем исследовании для характеристики привлекательности российского зернового экспорта рассчитаны доля и рейтинг российского экспорта в мировом экспорте по шести товарным группам (см. таблицу).

Мировой и российский зерновой экспорт, 2024 г.

Товарная группа	Объем мирового экспорта, тыс. руб.	Объем российского экспорта, тыс. руб.	Доля России в мировом экспорте, %	Рейтинг России в мировом экспорте
10 Злаки	14 211 567	1 045 322	7,36	3
1001 Пшеница и меслин	4 855 442	882 454	18,17	1
1002 Рожь	36 241	1768	4,88	5
1003 Ячмень	814 695	93 708	11,50	3
1004 Овес	104 044	5550	5,33	4
1005 Кукуруза	4 204 713	50 099	1,19	11
1008 Гречиха, просо и семена канареечника; прочие злаки	109 542	10 003	9,13	4

Источник: рассчитано по данным TSIBD [7].

Данные таблицы позволяют убедиться в том, что Российская Федерация лидирует на мировом зерновом рынке по многим видам продукции. Занимая третье место в мире по экспорту злаков в целом, российские экспортеры лидируют (занимая первое место) на мировом рынке по товарной группе 1001 Пшеница и меслин. Отметим, что в структуре мирового зернового экспорта данная группа занимает наибольший удельный вес и составляет 34%, а в структуре российского доминирует и составляет 84%. Российская Федерация также входит пятерку лидеров по экспорту зерновой продукции по товарным группам 1002 Рожь, 1003 Ячмень, 1004 Овес, 1008 Гречиха, просо и семена канареечника; прочие злаки.

На официальном открытии четвертого международного форуме World Grainand Pulses Forum 2026 глава Минсельхоза Оксана Лут отметила, что Россия, выступая стабильным игроком на мировом продовольственном рынке, в течение последних пяти лет поставляла отечественные зерновые и зернобобовые культуры в 115 стран [8].

Зерновой экспорт России представлен разными регионами, потенциальные возможности участия которых в значительной степени определяются их природными особенностями и агроспециализацией. Среди субъектов Российской Федерации в десятку лидеров по сбору зерновых входит Алтайский край. В 2024 г. он занимал первое место в России по сбору гречихи (55,0% от общего объема по Российской Федерации), четвертое место – по валовому сбору пшеницы (4,2% от общего объема по Российской Федерации), восьмое – по валовому сбору ржи (3,3% от общего объема по Российской Федерации) [9]. Превышение объемов сбора зерновых над потребностями населения и предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности Алтайского края является импульсом к участию алтайских зернопроизводителей в зерновом экспорте. Потенциальные возможности

зернового экспорта Алтайского края, опыт трансграничного взаимодействия, относительно низкие логистические издержки служат аргументом для обоснования азиатского вектора развития зернового экспорта исследуемых товарных групп алтайскими производителями.

Список литературы

1. Бочаров С.Н., Бутакова М.М., Лобова С.В., Соколова О.Н. Оценка перспективности направлений регионального экспорта продукции растительного происхождения // Экономика сельского хозяйства России. - 2025. - № 6. - С. 55-60.
2. Бочаров С.Н., Бутакова М.М., Соколова О.Н. Количественная оценка экспорта продукции растительного происхождения Алтайского края // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. - 2024. - Т. 16. - № 4. - С. 437-453.
3. Бочаров С.Н., Бутакова М.М., Лобова С.В., Соколова О.Н. Алтайский край в экспорте российской продукции растительного происхождения в страны Большого Алтая // Экономика сельского хозяйства России. - 2025. - № 3. - С. 46-52.
4. Бородин К.Г. Экспорт, внутренние продажи и импорт: взаимосвязи на рынке страны-экспортера // Вестник Московского университета. Сер. 6: Экономика. - 2023. - № 3. - С. 261-286.
5. Киселев С.В., Ромашкин Р.А., Белугин А.Ю. Агропродовольственный экспорт России до 2030 г.: прогноз на основе модели частичного равновесия // Журнал Новой экономической ассоциации. - 2022. - № 4 (56). - С. 69-90.
6. Вербина В.В. Новые подходы к анализу структуры российского экспорта // Вестник Российской таможенной академии. - 2023 - № 2 - С. 21-29.
7. Trade statistics for international business development (TSIBD). – URL: <https://www.trademap.org/>.
8. URL: <https://rosng.ru/post/lut-nazvala-rossiyu-nadezhnym-eksporterom-2-vidov-s-kh-produktsii>.
9. URL: <https://glavagronom.ru/news/opredeleny-top-10-regionov-rossii>.

<https://doi.org/10.26898/2026-149>
УДК 332.14

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Герасимов В.О., соискатель

Научный руководитель – Быков А.А., д-р экон. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия
e-mail: v.o.gerasimov@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальным проблемам кадрового обеспечения агропромышленного комплекса России в условиях современных вызовов, а именно вопросам роли человеческого капитала в обеспечении экономической стабильности АПК России. На основе анализа данных Федеральной службы государственной статистики, информации с платформ по подбору персонала, результатов опросов населения и экспертных оценок, в работе рассматриваются ключевые вызовы, включая дефицит квалифицированных кадров, недостатки системы аграрного образования, развитие сельской социальной инфраструктуры и цифровое неравенство. Авторами проанализированы системные причины сложившейся ситуации и предлагаются направления развития человеческого капитала в АПК, включая поддержку малого и среднего бизнеса, а также развитие инновационных технологий.

Ключевые слова: человеческий капитал, агропромышленный комплекс, рынок труда, экономическая стабильность, цифровые технологии, профессиональное образование

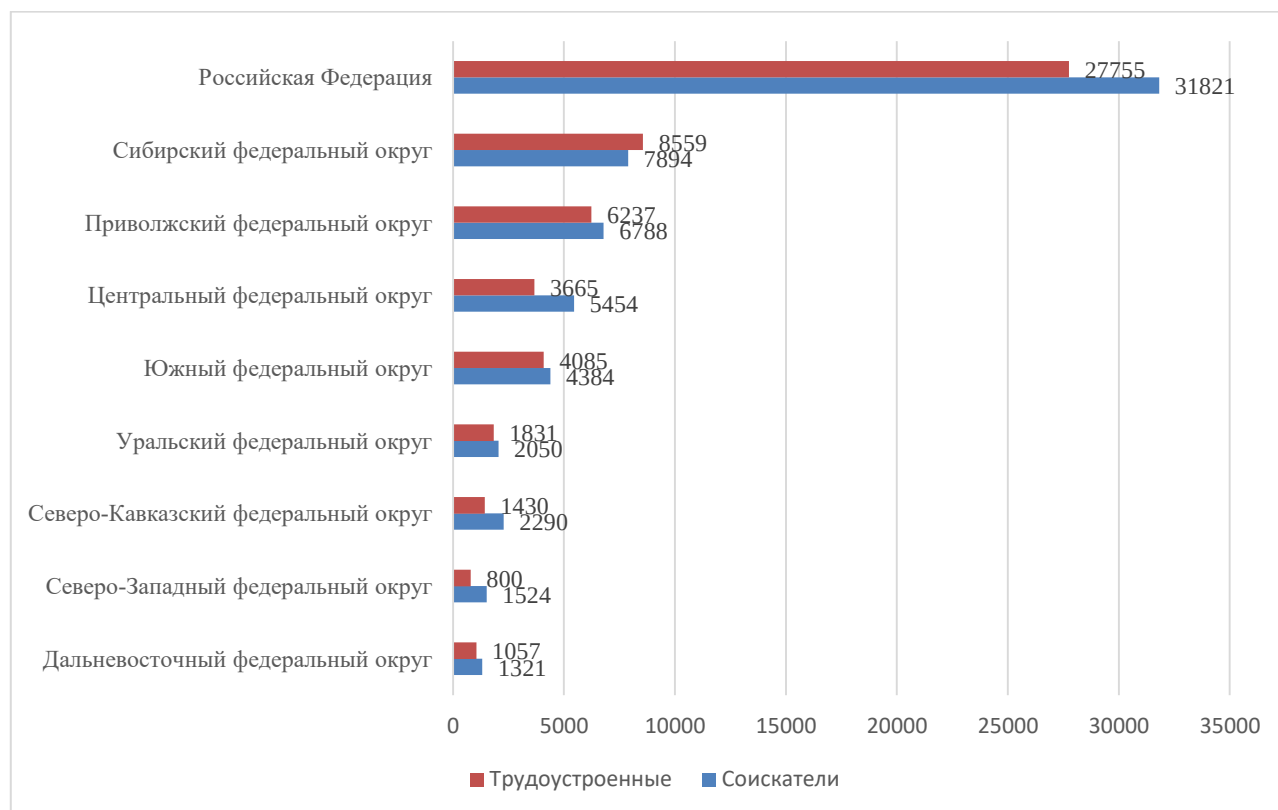
Для Российской Федерации, обладающей уникальным по своим масштабам и внутренней неоднородности территорией, задача эффективного формирования и использования человеческого капитала перерастает из чисто экономической задачи в стратегическую функцию государства. А в условиях глобальных вызовов и санкционного давления значение эффективного функционирования различных сфер экономик значительно возрастает. Современный агропромышленный комплекс России (далее АПК), являясь сложной многоуровневой системой, играет ключевую роль в обеспечении национальной продовольственной безопасности и экономического суверенитета страны. Однако устойчивое развитие АПК сдерживается системным кризисом кадрового обеспечения, который приобретает характер стратегической угрозы для всей экономики в целом. Анализ современного состояния кадрового потенциала российского АПК выявляет ряд глубинных проблем, носящих системный характер. Наиболее острой из них является массовая миграция квалифицированных кадров в другие сектора экономики [1].

Согласно данным опроса журнала «Агроинвестор», причинами нехватки кадров в АПК являются низкая привлекательность отрасли (85%), демографические проблемы (84%), отсутствие комфортной инфраструктуры для жизни (64%), трудные условия работы (48%), конкуренция с компаниями из другой отрасли (45%), низкая заработная плата (30%), нехватка образовательных программ (27%), отсутствие карьерных перспектив (16%) [2]. Также значимой причиной является недостаточная социальная инфраструктура в сельской местности, включая проблемы с доступностью качественного медицинского обслуживания, образования для детей и культурного досуга. Особую тревогу вызывает демографическая структура кадрового состава АПК. По данным Минсельхоза России, средний возраст работников сельского хозяйства составляет 49-50 лет, при этом доля молодых специалистов до 35 лет не превышает и 9% [3].

Проведенный в 2024 году Группой компаний Б1 совместно с Национальной ассоциацией сельхозтоваропроизводителей и промышленников в АПК полного цикла «ИнтерАгроТех» опрос 172 агропромышленных компаний выявил существенные кадровые проблемы в АПК Российской Федерации. Согласно полученным данным, 88% респондентов отмечают устойчивую тенденцию к ухудшению обеспеченности предприятий трудовыми ресурсами в последние годы. Процесс рекрутинга персонала характеризуется значительной временной протяженностью: для 91% организаций он превышает более одного месяца, а в 49% случаев длится более 5-6 месяцев. Наблюдается острый дефицит квалифицированных специалистов в сфере растениеводства. Как свидетельствуют результаты опроса, около 80% предприятий испытывают особую потребность в трактористах-механизаторах и комбайнерах-механизаторах. При этом текущая обеспеченность кадрами остается критически низкой: 48% хозяйств не могут полностью укомплектовать штат трактористами, а по комбайнерам этот показатель достигает 63% [4].

В 2024 году агропромышленный сектор продемонстрировал максимальный рост уровня предлагаемых заработных плат среди всех отраслей экономики. Как свидетельствуют результаты исследования, средний размер вознаграждения для новых сотрудников в сельском хозяйстве увеличился на 36% по сравнению с 2023 годом, достигнув 53 877 руб. в месяц. Однако, несмотря на значительный прирост, данный показатель продолжает уступать среднерыночным значениям по другим отраслям экономики в России [5].

Согласно статистике Федеральной службы по труду и занятости, платформы «Работа России» в 2024 году в сельскохозяйственном секторе наблюдался значительный рост трудовой активности, уровень кадровой обеспеченности агропромышленного комплекса страны составляет 90%, из почти 28 тысяч человек, 32 тысяч соискателей успешно нашли работу (см. рисунок).



Динамика трудоустройства специалистов АПК в России (2024 г.)

Источник: составлено на основе данных трендов 2025 г. [6]
и Федеральной службы государственной статистики [7]

В целях дальнейшего повышения кадрового потенциала отрасли Министерством сельского хозяйства разрабатывается система непрерывного профессионального образования, включающая создание 18 тысяч агротехнологических классов в общеобразовательных учреждениях и организацию сети специализированных школ, ориентированных на конкретные предприятия отрасли. Финансирование указанных мероприятий в рамках федерального проекта «Кадры в АПК» запланировано в объеме 7 млрд руб. на 2025 год, что свидетельствует о приоритетности решения кадровых вопросов для устойчивого развития АПК Российской Федерации [8].

Основные проблемы кадрового обеспечения АПК носят комплексный характер и проявляются на нескольких уровнях. На макроэкономическом уровне отмечается устойчивая миграция квалифицированных кадров в другие отрасли экономики, обусловленная значительным разрывом в уровне оплаты труда. На отраслевом уровне наблюдается критическое старение трудовых ресурсов. Особую тревогу вызывает низкий уровень цифровой грамотности персонала, что существенно затрудняет процессы цифровизации и внедрения инновационных технологий в АПК. Региональный анализ выявляет существенные диспропорции в кадровом обеспечении АПК [9].

В качестве приоритетных направлений для решения обозначенных проблем можно выделить следующие меры. Во-первых, необходимо усиление государственной поддержки через реализацию федерального проекта «Кадры в АПК» и комплексное развитие сельской инфраструктуры. Во-вторых, важно стимулирование бизнеса путем предоставления налоговых льгот предприятиям, инвестирующим в подготовку кадров и внедрение автоматизированных систем. В-третьих, требуется трансформация системы аграрного образования, включающая создание сети агро-классов и интеграцию современных ИТ-компетенций в учебные программы, требуется развитие специализированных платформ для

мониторинга кадровых рисков на основе технологий Big Data. Особое внимание следует уделить развитию социальных гарантий для работников АПК, включая программы служебного жилья, медицинского страхования и гибких форм занятости [10].

Проведенное исследование демонстрирует необходимость разработки комплексного подхода к управлению человеческим капиталом в АПК, который должен органично сочетать экономические, технологические и социальные меры. Реализация предложенных стратегических направлений позволит не только преодолеть текущий дефицит кадров, но и создать устойчивую систему воспроизводства трудовых ресурсов, соответствующую современным вызовам для формирования экономической стабильности агропромышленного комплекса России.

Список литературы

1. Герасимов В.О., Быков А.А. Развитие человеческого капитала - важнейший фактор внедрения инноваций в сельское хозяйство // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 6. – С. 143-152.
2. Кадры решают. Помогут ли новый федеральный проект и господдержка привлечь больше специалистов в АПК [Электронный ресурс] // Журнал «Агроинвестор»: сайт. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/43714-kadry-reshayut-pomogut-li-novyy-federalnyy-proekt-i-gospodderzhka-privlech-bolshe-spetsialistov-v-ap/>.
3. Кадры для АПК [Электронный ресурс] // Платформа Поле.РФ: сайт. – URL: <https://поле.рф/journal/publication/trendy-2025-chto-zhdet-selskoe-khozyaiystvo-rossii-v-novom-godu>.
4. Растениеводство: будут люди и технологии – будет урожай [Электронный ресурс] // Группа компаний Б1: сайт. – URL: <https://b1.ru/analytics/b1-interagrotech-survey-2024/>.
5. Сфера сельского хозяйства в 2024 году оказалась лидером по приросту средних зарплатных предложений [Электронный ресурс] // Отраслевой портал «Аграрная наука»: сайт. – URL: <https://agrarnayanauka.ru/sfera-selskogo-hozyajstva-v-2024-godu-okazalas-liderom-po-prirostu-srednih-zarplatnyh-predlozhenij/>.
6. Тренды-2025: что ждет сельское хозяйство России в новом году [Электронный ресурс] // Платформа Поле.РФ: сайт. – URL: <https://поле.рф/journal/publication/trendy-2025-chto-zhdet-selskoe-khozyaiystvo-rossii-v-novom-godu>.
7. Рынок труда, занятость и заработная плата [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries.
8. Федеральные проекты «Кадры в АПК» [Электронный ресурс] // Национальные проекты России: сайт. – URL: <https://национальныепроекты.рф/new-projects/tekhnologicheskoe-obespechenie-prodovolstvennoy-bezopasnosti/kadry-v-apk/>.
9. Герасимов В.О. Перспективы развития человеческого капитала в агропромышленном комплексе Республики Татарстан // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 1 (68). – С. 104-116.
10. Герасимов В.О., Быков А.А., Шадринцева А.Н. Особенности формирования и развития человеческого капитала в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2024. – Т. 12. – № 4 (67). – С. 186-197.

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ АПК

Гребенюк Е.Е., магистрант

Научный руководитель – Астра А.А., д-р экон. Наук

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,

Новосибирск, Россия

e-mail: egorsuperlite49@gmail.com

Аннотация. Исследование посвящено актуальным подходам к формированию системы управления конкурентоспособностью предприятия агропромышленного комплекса в условиях цифровизации и импортозамещения. На основе анализа современных публикаций и критериев, обсуждаемых на профильных научных форумах, выделены ключевые факторы и предложен проект структурированной модели системы управления конкурентоспособностью предприятий отрасли. При разработке модели учтены процессы интеграции цифровых технологий, принципов устойчивого развития и управления цепочками создания стоимости. Целью разработки модели является обеспечение устойчивого конкурентного преимущества агропредприятия через синергию стратегического управления, операционной эффективности и инноваций.

Ключевые слова: конкурентоспособность, система управления, агропромышленный комплекс, цифровизация, устойчивое развитие, инновации, качество продукции

В условиях санкционного давления, необходимости импортозамещения и перехода к модели устойчивого развития формирование адаптивной системы управления конкурентоспособностью (СУК) становится стратегической задачей для предприятий всех отраслей, включая АПК. В современном понимании конкурентоспособность представляет собой результат непрерывного процесса управления, объединяющего технологические, экологические, экономические и цифровые аспекты [1]. В статье предлагается модель СУК, включающая, по мнению автора, современные критерии эффективности аграрного производства.

Анализ результатов исследований в сфере конкурентоспособности предприятий АПК за последние пять лет, отраженные в научных статьях и сборниках докладов отечественных и международных научных форумов, позволил выделить следующие критерии конкурентоспособности предприятий АПК (табл. 1).

Предполагаемая модель адаптивной системы управления конкурентоспособностью предприятия АПК должна быть построена на принципах адаптивности и цикличности и включает пять ключевых элементов-блоков (см. рисунок).

Таблица 1

Систематизация критериев конкурентоспособности предприятий АПК

Группа критериев	Название критериев	Направления АПК
Технологические и производственные	Уровень внедрения точного земледелия и ресурсосберегающих технологий [2]	Земледелие, растениеводство; Экология
	Уровень механизации, автоматизации и роботизации процессов	Механизация, электрификация и автоматизация
	Эффективность применения биотехнологий и геномного редактирования в селекции и защите растений [3]	Защита растений; Биотехнологии
	Уровень внедрения технологий цифрового контроля качества на всех этапах процесса переработки и хранения продукции	Переработка и хранение продукции
Экономико-управленческие и маркетинговые	Уровень управления цепочками создания стоимости и логистикой на основе данных	Big Data; IoT
	Уровень развития цифровых платформ сбыта и взаимодействия с потребителем	Информационные технологии в агроиндустрии
	Оценка устойчивости бизнес-модели и эффективности земельных отношений в условиях изменяющегося законодательства	Экономика и земельные отношения
Критерии качества, безопасности и экологии [4]	Уровень внедрения комплексных систем менеджмента качества и безопасности пищевой продукции (ХАССП, GMP и др.)	Управление качеством
	Достижение углеродной нейтральности, управление углеродным следом продукции	Экология и охрана природных ресурсов
	Зеленая маркировка и соответствие ESG-стандартам как фактор доступа к новым рынкам	Устойчивое развитие в АПК
Инновационные и кадровые	Скорость внедрения и коммерциализации агротехнических решений	Агроинженерия
	Уровень и наличие компетенций в области цифровой трансформации и управления инновациями	Человеческий капитал в АПК
	Интеграция с научно-исследовательскими центрами для создания «открытых инноваций»	Все направления



Состав системы управления конкурентоспособностью предприятия АПК

Каждый блок включает в себя перечень мероприятий (табл. 2).

Таблица 2

Состав мероприятий по формированию системы управления конкурентоспособностью предприятия АПК

Блок	Мероприятия
Стратегический анализ и целеполагание	Мониторинг трендов (цифровизация, ESG, политика импортозамещения). SWOT-анализ с учетом выделенных современных критериев. Определение стратегических целей в области технологического лидерства, экологической устойчивости и рыночной дифференциации
Цифровая платформа управления	Внедрение ERP/MES-систем, адаптированных для АПК. Использование цифровых двойников технологических процессов и полей для оптимизации. Аналитика данных с полей, датчиков и рынков в реальном времени для оперативного принятия решений
Функционально-процессный (управление по критериям)	<i>Инновационный процесс.</i> Управление портфелем AgriTech-проектов, сотрудничество с вузами и научными центрами. <i>Производственно-экологический процесс.</i> Внедрение технологий замкнутого цикла, биологизации земледелия, мониторинг ESG-метрик. <i>Процесс управления качеством и безопасностью.</i> Сквозная прослеживаемость от поля до прилавка на базе блокчейн-технологий. <i>Маркетингово-сбытовой процесс.</i> Развитие D2C-каналов, работа с зеленым брендингом
Организация и мотивация	Формирование кросс-функциональных команд (например: технолог + маркетолог). Развитие цифровых компетенций персонала. Система KPI, увязанная со стратегическими целями и современными критериями конкурентоспособности
Контроль, анализ и устойчивое развитие	Аудит системы управления на соответствие принципам устойчивого развития. Корректировка стратегии и процессов на основе обратной связи и новых вызовов

Конкурентоспособность современного предприятия АПК в России все больше определяется не только объемами производства, но и способностью к технологической, цифровой и экологической трансформации. Разрабатываемая модель СУК, основные положения которой изложены в настоящей статье, должна учитывать ключевые актуальные критерии конкурентоспособности (от цифровизации и биотехнологий до ESG-принципов), сформировав их в целостную управленческую систему. Разработка и внедрение такой модели позволит предприятиям отрасли не только быстро реагировать на изменения рынка, но и предвосхищая их формировать свои конкурентные преимущества в процессе создания ценности для потребителя, акционеров и общества в целом, что является основой для устойчивого развития национального АПК в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Петров С.И., Сидоров А.В. Цифровая трансформация как драйвер конкурентоспособности агропромышленных предприятий // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 5. – С. 56–64.
2. Голохвват К.С., Кашеваров Н.И. Приоритеты развития аграрной науки Сибири в контексте биологизации и цифровизации АПК // Аграрный вестник Урала. – 2024. – № 1 (218). – С. 78–85.
3. Емельянов А.Н., Зезин Н.Н. Биотехнологические решения для устойчивого растениеводства: отечественный опыт и перспективы // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93. – № 9. – С. 850–858.
4. Рудой Е.В., Волкова Е.А. ESG-повестка в российском АПК: управленческие и экономические аспекты // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2024. – № 1. – С. 12–19.
5. Ковалев М.М. Управление цепочками поставок в АПК на основе технологий распределенного реестра (блокчейн) // Информационные технологии в сельском хозяйстве. – 2023. – № 2 (51). – С. 33–41.

6. Государственная программа Российской Федерации «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2022–2030 годы: утв. постановлением Правительства РФ от 31.12.2021 г. № 2597 [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202201100001>.

<https://doi.org/10.26898/2026-151>
УДК 65.301:631

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В АПК

Гриценко Г.М., д-р экон. наук, проф.

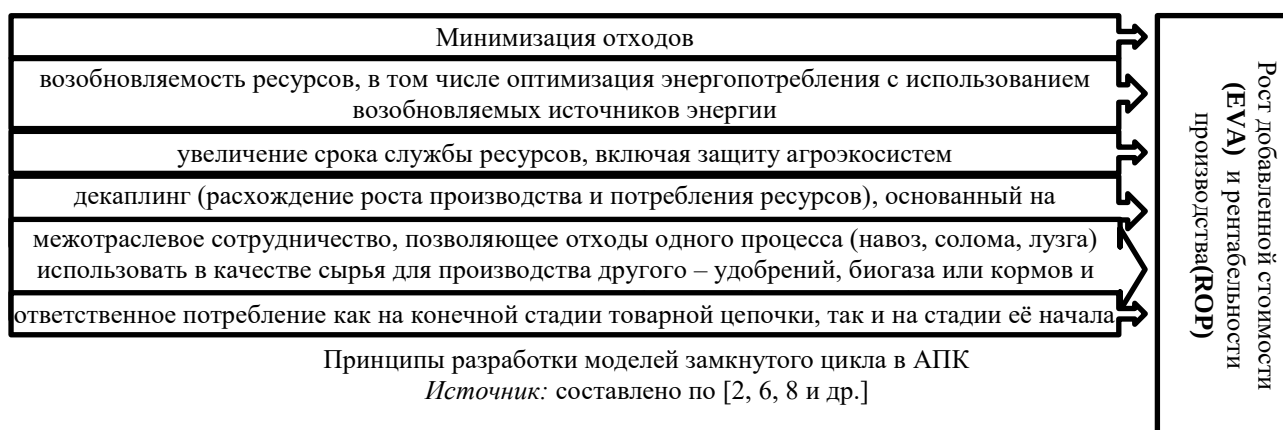
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем реализации принципов экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики) в АПК России. На основе обзора отечественных и зарубежных исследований замкнутая экономика определена как модель, минимизирующую использование первичных ресурсов и отходов за счет их повторного вовлечения в производство. В аграрном секторе это особенно актуально для устойчивого развития, где отходы превращаются в ресурсы, повышая эффективность капитала и рентабельность. Выявлены ключевые барьеры для её реализации. Предлагается межотраслевой подход на основе государственной программы. Показана роль крупного и малого бизнеса в реализации данной программы. Статья актуальна для разработки политики устойчивого АПК в условиях геоэкономических вызовов.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, АПК, глубокая переработка, биотехнологии, ферментеры, кооперация, экспорт агропродукции

Введение. Актуальность предлагаемой темы исследования обусловлено целым рядом факторов: потерей доходов бюджетов всех уровней от экспорта сырья, а не продуктов глубокой переработки, недостаток производства в стране оборудования для глубокой переработки отходов сельского хозяйства и самих продуктов глубокой переработки, закупаемых за границей, снижение уровня занятости и доходов сельского населения из-за сокращения рабочих мест в сельском хозяйстве, низкий уровень рентабельности сельскохозяйственного производства и использования имеющихся у предприятий ресурсов.

Результаты исследования. Исследования вопроса организации экономики замкнутого цикла в аграрном секторе ведутся не первый год, о чем свидетельствует сделанный М.В. Терешинной и П.А. Кирюшиным обширный обзор работ зарубежных и отечественных авторов [5]. Обобщение всех подходов к рассмотрению данной категории позволяет утверждать, что экономика замкнутого цикла (циркулярная экономика) представляет собой модель, минимизирующую использование первичных ресурсов и отходы за счёт их повторного вовлечения в производство. Отходы в результате превращаются в ресурсы, снижая экологическую нагрузку и повышая эффективность производства, что в аграрном секторе особенно актуально при снижении его рентабельности в условиях ограничений на рост цен на продовольственном рынке. Реализация основных принципов разработки моделей замкнутого цикла в АПК сводится к достижению одной цели – повышению эффективности использования капитала, с одной стороны, и рентабельности производства, с другой (см. рисунок).



Внедрение моделей замкнутого цикла в АПК повышает добавленную стоимость на 30–50% и снижает отходы до 10% [10], требуя инвестиций в биотехнологии и кооперацию.

Достижение этой цели требует высокого уровня технической оснащенности производства. В таблице через простейшие модели двухуровневой переработки разных видов сельскохозяйственного сырья показано, что технологии переработки на втором уровне гораздо сложнее, а оборудование отечественного производства преобладает только на стадии первичной переработки. И это значительным образом сдерживает реализацию моделей замкнутого цикла.

Критически важным оборудованием для глубокой переработки агросырья, которое в России пока не производится в достаточном объеме и требует срочного импортозамещения, являются высокоточные ферментеры и биореакторы для микробиологического синтеза. Локализация их производства составляет сегодня на уровне 20–40%, оборудование завозится из Китая и стран ЕС. Ферментеры обеспечивают синтез аминокислот, витаминов, кормовых ферментов и в конечном итоге повышают рентабельность производства до 60%. Россия, при её сырьевой базе, с одной стороны, и сложностях на международных товарных рынках, с другой стороны, должна экспортировать продукцию глубокой переработки вроде лизина, метионина, ферментов, органических кислот и заквасок, на месте перерабатывая зерно, молоко, убойное сырье, фактически же отечественная пищевая промышленность зависит от импорта таких компонентов на 70–80%.

Такой подход выгоден прежде всего для бюджетов всех уровней, так как, например, экспортная цена 1 кг пшеницы составляет максимум 0,19 долл./кг, а произведенного из него лизина – 1,5 долл./кг. Следует также отметить, что экспорт непереработанного сырья (например, сена, соломы, дикоросов, продуктов охоты и т.п.) или сырья с низким уровнем переработки (кожа, жиры, волокно и т.п.) значительно сокращают потенциал экономики, хотя для лиц, имеющих возможность экспорта этих товаров и не имеющих возможности отправлять его на дальнейшую переработку, является хорошей возможностью.

Реализация проектов замкнутого цикла способна значительно повысить экспортный потенциал региона. При этом каждый регион будет определять модели замкнутого цикла, исходя из структуры своей экономики – сырьевых ресурсов, сложившейся структуры переработки сельскохозяйственного сырья и структуры его экспорта.

Чтобы решать задачи с реализацией таких комплексных межотраслевых проектов необходимо совместными усилиями власти на основе реализации самостоятельной государственной программы, с другой – бизнеса, и не только крупного, как предпочитает власть делать сегодня. Это отдельная проблема – умение государственных и муниципальных органов управления напрямую работать с бизнесом, учитывая интересы и крупных и малых предприятий.

Простейшие модели «первичная и вторичная переработка сырья, поступающего от сельскохозяйственного производства»

Сельскохозяйственное сырье	Продукты промежуточной переработки	Оборудование для промежуточной переработки	Продукты глубокой переработки	Оборудование для глубокой переработки	Основные производители отечественного оборудования
Зерно и крупа	Корма, биогаз	Элеватор для очистки, мельницы (помол, отруби), биогазовые установки	Крахмал, лизин	Гидролизёры, ферментеры, сепараторы, сушилки	элеваторы, мельницы (Зертех, ЗернаЛаб), биогазовые установки; гидролизёры и ферментеры – Завком (Волгоград) - полностью отечественного производства
Масличные культуры	Шрот, биодизель	Прессы маслоотжимные, экстракторы жиров	Лецитин, кислоты	Экстракционные установки, дистилляторы, центрифуги	Прессы и экстракторы – отечественные (Курганмашзавод, Ростсельмаш); дистилляторы – частично локализованы (Сибэнергомаш)
Лён-долгунец и лён-кудряш	Топливо, удобрения	Машина слоеформирующая МСФ, дезинтегратор ДЛВ-2М (ФНЦ лубяных культур)	Волокно, масло	Линия для лубяных культур (размотчик, резчик, трясильная машина)	Машина слоеформирующая МСФ, дезинтегратор ДЛВ-2М, линии размотки – ФНЦ лубяных культур (Москва/Клин), Пензмаш, т.е. отечественное
Молоко	ЗЦМ, биогаз	Центрифуги для сыворотки, кристаллизаторы	Пермеат, концентраты	Ультрафильтры, испарители, сушилки (РоссСпецХолод, ПроТех)	Центрифуги, кристаллизаторы, ультрафильтры – РоссСпецХолод, ПроТех (локализация 90%); испарители — отечественные.
Сырье от убоя КРС и коней	Мука, кожсырье	Линия Я8-ФОБ-МА06П (мясокостная мука), дубильные ванны	Колбасы, кожа, жиры	Модуль убоя КРС/коней (Комели), разделочные конвейеры, варочные котлы	Линии Я8-ФОБ-МА06П (мясокостная мука) – Асконд; модули убоя – Комели, РостАгроСтрой, Пром-ДТ75 (до 10 голов/час)
Сырье от убоя МРС	Кормовая мука	Измельчители, сушилки мясокостные	Полуфабрикаты, протеины	Модульный цех убоя МРС (РостАгроСтрой), вакуумные упаковщики	
Убой птицы и яйцо	Мука, перьевая мука	Линия убоя птицы (оглушение, ощипывание, потрошение), измельчители скорлупы	Колбасы, овальбумин	Разделочные конусы, сушилки белка, вакуумные котлы	Линии ощипывания/потрошения, измельчители – Промпост74, Агро-Завод; сушилки скорлупы – отечественные

Источник: составлено по [1, 3, 4, 7 и др.].

В программы необходимо включить такие проекты первичной переработки отходов, как биогазовые мини-станции для молочных ферм (500–1000 голов), вермикомпостовые комплексы, компостные линии из растительных отходов (зерно + солома), биореакторы для свиноводства (500–2000 голов) и инсектофермы на птицепометах (50–200 тыс. голов) и др.

Другой значимой проблемой является отсутствие у отдельной части государственных и муниципальных служащих видения перспектив развития создаваемых сельских агломераций. Пока в этом процессе просматривается решение только одной задачи – сокращения административных издержек. В центрах агломераций необходимо активно строить заводы по переработке отходов предприятий пищевой промышленности по производству крахмала (из картофельных очистков, кукурузных отходов, пшеничных отходов), лизина (из крахмала, мелассы, зерна), сецитина (из соевой мицеллы или соевой мелассы), протеинов (из обрезков мяса, костей, субпродуктов, отходов переработки рыбы и птицы), кислоты: молочную (из крахмалосодержащих и хлебных отходов), муравьиную (из шелухи овса и мискантуса), гуминовую (из птичьего помёта) и лимонную (из свекловичной

мелассы). Особенно важны такие производства в местах локации крупных животноводческих комплексов и мясоперерабатывающих заводов, что значительно снизит нагрузку на экологию территории.

Еще одной проблемой формирования экономики замкнутого цикла является сформировавшаяся за годы экономических преобразований психология, нацеленная на достижение сиюминутного экономического эффекта и неспособность, и даже нежелание заглянуть на несколько лет вперед и посмотреть на конкурентов как на долгосрочных партнеров. Отсюда – полное игнорирование принципов потребительской кооперации, на которых держится большая часть экономики сельского хозяйства стран ЕС, США, КНР и других развитых стран. То есть в основе реализации программы должны лежать кооперационные принципы. У каждого сектора экономики при этом должны быть свои место и роль в процессе реализации совместных проектов: крупный бизнес должен взять на себя роль инвестора и системного интегратора в программе, обеспечивая масштабирование производства ферментеров и внедрение на своих мощностях: строительства заводов, и научные исследования штаммов, их тестирование на собственных производствах, обеспечение экспортной логистики и сертификации; малый бизнес сыграет роль инноватора и оператора на местах, фокусируясь на адаптации технологий для средних ферм и региональных кластеров: реализация пилотных проектов - мини-линий для региональной переработки, сбор вторсырья (отходов убоя) и поставка его на крупные заводы, разработка адаптированных для конкретного региона решений.

Кроме того, переход к экономике замкнутого цикла в АПК требует институциональной поддержки: нормативов по отходам, субсидий и цифрового мониторинга товарных потоков, как это имеет место в вопросах контроля производства молока и молочных продуктов, например.

Заключение. Указанные проблемы показывают, что успех реализации моделей экономики замкнутого цикла требует срочного импортозамещения критического оборудования и межотраслевой кооперации: государство – целевую программу, крупный бизнес – инвестиции и интеграцию, малый - реализацию инновационных проектов.

Список литературы

1. Комплектная поставка объектов по глубокой переработке зерна [Электронный ресурс] // Завком Групп. – 2025. – URL: <https://zavkomgroup.com/napravleniya/biotexnologii/glubokaya-pererabotka-zerna.html>.
2. Нога В.И., Данюкова М.Н. Экономика замкнутого цикла в России: тенденции и перспективы // Human Progress. - 2023. – Т. 9. - Вып. 1. - С. 12. - URL: http://progresshuman.com/images/2023/Tom9_1/Noga.pdf.
3. Оборудование и технологии переработки сыворотки [Электронный ресурс] // ПроТех. – URL: <https://protex.ru/pererabotka-syvorotki>.
4. Производственные линии переработки мясокостных отходов // Асконд: сайт. – 2024. – URL: <http://askond.ru/katalog-oborudovaniya/proizvodstvennye-linii/liniya-pererabotki-mjasokostnyh-othodov>.
5. Терешина М.В., Кирюшин П.А. Исследование экономики замкнутого цикла: российский ландшафт // Вестник Московского университета. Сер. 6: Экономика. - 2025. – Т. 60. - № 2. - С. 202-221. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ekonomiki-zamknutogo-tsikla-rossiyskiy-landshaft?ysclid=mlf2duyj1g518668970>.
6. Терешина М.В., Тяглов С.Г., Атамась Е.В. Экономика замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве: потенциал реализации в новых институциональных условиях // Регионология. - 2024. – Т. 32. - № 4. - С. 635-652

7. Убойный цех до 10 голов КРС и МРС с получением полуфабрикатов [Электронный ресурс] // РостАгроСтрой. – 2021. – URL: <https://rostagrostroy.com/ubojnyj-cex-do-10-golov-krs-i-mrs-s-poluchenie-polufabrikatov/>.
8. Экономика замкнутого цикла. Обзор международных подходов / М-во экономического развития РФ. Департамент многостороннего экономического сотрудничества. – М., 2021. – 34 с. – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/55fc716c49b06e62a652d101b1be8442/220414.pdf?ysclid=mlf5wublt729300947>.
9. Duque-Acevedo M., Belmonte-Ureña L.J., Plaza-Úbeda J.A., Camacho-Ferre F. The management of agricultural waste biomass in the framework of circular economy and bioeconomy: An opportunity for greenhouse agriculture in Southeast Spain // Agronomy. - 2020. – No. 10 (4). - P. 489. DOI: 10.3390/agronomy10040489.
10. OECD. Policy Frameworks for Green Agriculture. - Paris, 2024. - 234 p.

<https://doi.org/10.26898/2026-152>
УДК 551.583:631.1:633

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ В РОССИИ

Евдокимова Н.Е., канд. экон. наук

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова – филиал
Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских
территорий – Всероссийского научно-исследовательского института экономики
сельского хозяйства, Москва, Россия
e-mail: n.e.evdokimova@vniiesh.ru

Аннотация. Проблемы, связанные с глобальным потеплением, уже прочно вошли в процесс принятия решений в растениеводстве. Именно поэтому актуально количественно оценивать воздействие климата на изменение региональной локализации сельскохозяйственных культур за длительные периоды времени. В настоящем исследовании изучается влияние изменения климата на производство сельскохозяйственной культуры, обладающей наибольшей чувствительностью к параметрам выращивания - кукурузе. Рассчитанные коэффициенты локализации этой культуры с 1996 по 2024 год свидетельствуют о сильных переменах в размещении этой культуры по территории нашей страны. Производители реагируют на изменение природно-климатических условий, однако в перспективе в связи с ускорением глобального потепления необходимо решение проблемы оптимизации размещения отраслей растениеводства.

Ключевые слова: устойчивость, климат, посевные площади, специализация, кукуруза, коэффициент локализации

Нарастающее глобальное потепление уже меняет экономическую географию и аграрную специализацию регионов мира, а это повышает востребованность количественных оценок и адекватных долгосрочных прогнозов. Так, в исследовательской работе [1] сделан вывод, что повышение температуры уже стимулирует расселение людей и экономическую активность на север в Канаду, Скандинавию и Сибирь. Естественно, что для эффективной адаптации к природно-климатическим изменениям требуется обоснованный ответ на вопрос, как подействует трансформация сельского хозяйства на его возможности обеспечивать продовольственную безопасность мира и регионов.

Исходя из вышеизложенного, исследования с количественными оценками в результате на эту тему сегодня весьма актуально. Так, с целью оценки чувствительности региональной аграрной структуры к изменениям климата на уровне штатов США по накопленным историческим данным за время с 1960 по 2014 год было опубликовано в статье [2]. Его результаты [2] в том числе показали, что снижение уязвимости к изменению климата повышает роль политики в стимулировании региональной специализации. Публикация [3] дает прогноз, что в глобальном масштабе вследствие продолжающихся климатических изменений будет снижаться урожайность четырех основных зернобобовых культур, а именно: кукурузы, пшеницы, риса и сои.

Основными целями данного исследования будет проведение расчетов по количественной оценке воздействия уже произошедших изменений климата в нашей стране на изменение специализации регионов в растениеводстве за длительные периоды времени и более подробное рассмотрение этих процессов на отдельном регионе.

Для проведения расчетов были взяты данные с сайта Росстата (<https://fedstat.ru/>) по среднеиюльским температурам, посевным площадям и урожайностям зерновых и зернобобовых культур по регионам и в целом по России. Логично предположить, что зависимость урожайности от температурного параметра условий выращивания можно описать квадратичной функцией. Такие исследования проводились на данных полевых исследований, например, в работе [4].

Итак, рассчитаем регрессионные зависимости урожайностей основных зерновых и зернобобовых культур от средней температуры июля на основе региональных данных за 1997-2027 годы:

$$y = ax^2 + bx + c + \varepsilon, \quad 1)$$

где y – урожайность, ц/га;

x – среднемесячная температура июля, °С;

a, b, c – коэффициенты статистической зависимости;

ε – статистическая погрешность.

В таблице даны проранжированные по убыванию модуля значения первого коэффициента в формуле (1) результаты выполненных расчетов по каждой культуре коэффициентов a, b, c . Наибольшей чувствительностью к температурным условиям культивирования обладает урожайность кукурузы, что известно не только из агрономической практики, но и подтверждается результатами моделирования: поскольку парабола функции урожайности кукурузы от температуры с большим абсолютным значением коэффициента a (при x^2) растет и убывает быстрее, она более «узкая».

Коэффициенты функции урожайности от среднемесячных температур по культурам

Сельхозкультура	a	b	c
Кукуруза (на зерно)	-0,573	23,527	-204,910
Рис	-0,188	9,924	-96,445
Сорго	-0,180	8,262	-80,738
Тритикале	-0,161	6,479	-41,384
Озимый ячмень	-0,153	6,803	-49,213
Озимая пшеница	-0,150	6,420	-44,939
Просо	-0,118	5,016	-41,401
Озимая рожь	-0,110	4,435	-26,137
Яровая рожь	-0,107	5,138	-47,575
Яровой ячмень	-0,099	4,030	-21,969
Яровая пшеница	-0,090	3,452	-16,453
Соя	-0,088	3,555	-25,183
Горох	-0,085	3,504	-19,245
Овес	-0,054	2,225	-6,081
Гречка	-0,051	1,957	-10,81

Источник: расчеты автора.

Географически это выражается в формировании более узкого, чем у других культур, «кукурузного пояса». Это и было причиной выбора для анализа в данной работе именно этой зерновой культуры.

Специализация регионов на выращивании кукурузы на зерно может быть определена с помощью коэффициента локализации, который показывает, во сколько раз концентрация посевных площадей этой культуры в данном регионе больше или меньше, чем во всей стране или федеральном округе. Изменения в значениях коэффициента локализации были рассчитаны на данных за период с 1997 по 2004 г. включительно. В результате было определено, что в 1997 году коэффициента по кукурузе превышает единицу в 12 регионах, а в 2024 году уже у 21 субъекта Российской Федерации. Получается, что географически изменения в размещении посевов кукурузы существенны. По сравнению с 1997 г. в 2024 г. Волгоградская область (0,81) выбыла из «кукурузного пояса», но он обогатился десятью регионами в основном севернее, а именно: Брянской (3,49), Калининградской (2,8), Курской (3,3), Липецкой (1,4), Орловской (2,19), Тамбовской (2,28), Ульяновской (2,88) областями, Республиками Ингушетия (11,62) и Мордовия (1,02), а также Приморским краем (4,66). В скобках даны значения коэффициента локализации в 2024 году.

По посевным площадям кукурузы на зерно в 2024 году были следующие регионы: Краснодарский край (433,75 тыс. га), Воронежская область (209,8 тыс. га), Тамбовская (164,97 тыс. га) и Курская (153,05 тыс. га) области. Однако по урожайности лидировала Курская область (114,2 ц/га). При этом коэффициент локализации кукурузы для этого региона в 1997 году был всего 0,06, а это свидетельствует о значительных переменах в структуре областных посевных площадей.

Исследования, проведенные авторами работы [5] за период с 1968 по 2017 год свидетельствуют о том, что в Курской области «среднегодовая температура воздуха повысилась по сравнению со среднегодовой нормой на 0,6 °С и составила 6,3 °С». Вывод авторов [5] однозначен: анализ метеоданных за 50-тилетний период свидетельствует о наметившейся устойчивой тенденции к потеплению.

Попробуем оценить, как влияет изменение урожайности кукурузы на размер ее посевных площадей в регионе. Рассчитаем коэффициент корреляции между временным рядом значений посевных площадей кукурузы в Курской области и временными рядами урожайностей этой культуры с лагом в 1, 2, 3, 4 года и 5 лет. Результаты расчетов на данных 1997-2004 гг. позволяют утверждать, что рост урожайности оказывает влияние на увеличение посевов этой культуры. Так, посевная площадь с урожайностью прошлого года имеет коэффициент корреляции 0,7, позапрошлого – 0,76, с лагом в 3 года – 0,83, а с лагом в 4 и 5 лет – 0,79 и 0,78 соответственно.

Приблизительно равные значения коэффициента наталкивают на предположение, что наибольшее влияние на принятие решений для производителя имеет значение средней урожайности за ряд прошедших лет. Рассчитанные коэффициенты корреляции подтверждают это. Между посевной площадью и средней урожайностью за три последних прошедших года корреляция составляет 0,85, а за пять лет она уже достигает значения в 0,9.

Это значит, что производители реагируют на изменение природно-климатических условий, учитывая в своих направлениях развития изменение урожайности. Однако пока изменение климата происходит постепенно, но в перспективе необходимо решение проблемы оптимизации размещения растениеводства по территории нашей страны в соответствии с изменением климата [6]. Важно учитывать при моделировании влияние неопределенностей внешнего экономического окружения, геополитической обстановки и изменения биоклиматического потенциала территорий системно, проектировать заранее трансформационные процессы национальной агропродовольственной системы с целью устойчивого развития последней.

Список литературы

1. Desmet K. et al. Local Sectoral Specialization in a Warming World // CEPR Discussion Papers. – 2020. – No. 15491.
2. Ortiz-Bobea A., Knippenberg E., Chambers R.G. Growing climatic sensitivity of US agriculture linked to technological change and regional specialization // Science advances. – 2018. – Vol. 4. – No. 12. – P. eaat4343.
3. Cai C. et al. How does climate change affect potential yields of four staple grain crops worldwide by 2030 // Plos one. – 2024. – Vol. 19. – No. 5. – P. e0303857.
4. Thompson L. Weather and technology in the production of corn and soybeans. – 1963.
5. Дериглазова Г.М., Боева Н.Н. Динамика погодных условий Курской области за последние 50 лет // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 7. – С. 15-21.
6. Сиптиц С.О., Евдокимова Н.Е. Критерии эффективности и устойчивости интеграционных образований и реализующие их процедуры // Никоновские чтения. – 2006. – № 11. – С. 159-161.

<https://doi.org/10.26898/2026-153>
УДК 332.3

ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ТРАНСФОРМАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ РОССИИ

Ерамасова А.В., студент

Научный руководитель – Белокурченко С.А., канд. техн. наук, доцент
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
e-mail: eramasovaalina2005@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется многогранное влияние изменения климата на земельные отношения и использование сельскохозяйственных ресурсов в Российской Федерации. Проведён анализ ключевых климатических трендов – повышения температур, трансформации режима осадков и учащения экстремальных погодных явлений – и их дифференцированного воздействия на различные регионы страны. Выявлена двойственная природа последствий: потенциал для расширения зон земледелия на север и интродукции новых культур контрастирует с усилением засухливости и деградацией почв в традиционных аграрных регионах. Оценены прямые и косвенные экономические риски, включая угрозы продовольственной безопасности, колебания экспортного потенциала и рост финансовых потерь. В заключение обоснован комплекс адаптационных мер, основанных на технологической модернизации и институциональных изменениях, необходимых для устойчивого развития агросектора России в новых климатических реалиях.

Ключевые слова: изменение климата, земельные отношения, сельскохозяйственные ресурсы, экономическая адаптация, продовольственная безопасность, Россия

Изменение климата перестало быть гипотетическим сценарием будущего, превратившись в ключевой фактор, переформатирующий основы агроэкономики и землепользования в глобальном масштабе. Для России, обладающей крупнейшим в мире земельным фондом и амбициозными планами по наращиванию аграрного экспорта, понимание и адаптация к этим изменениям носят стратегический характер [1]. Климатические трансформации напрямую воздействуют на фундаментальные параметры

сельского хозяйства – продуктивность, стабильность и географию производства, что, в свою очередь, влечёт глубокие экономические и социальные последствия [2].

Земельные отношения в аграрном секторе исторически формируются под воздействием природно-климатических условий. Теоретический фундамент рассматривает землю не только как пространственный базис, но и как сложный природно-хозяйственный объект, продуктивность которого детерминирована климатической нормой. Изменение этой нормы – рост средних температур, сдвиг в сезонном распределении осадков, учащение экстремумов – приводит к пересмотру агроэкологического районирования и экономической ценности земельных участков [3]. Парадоксально, но сельское хозяйство одновременно выступает как одна из причин изменения климата (источник парниковых газов) и как одна из наиболее уязвимых к его последствиям отраслей. Таким образом, земельные отношения в новых условиях должны учитывать не только текущую ренту, но и долгосрочные риски деградации ресурса и необходимость инвестиций в его адаптацию.

Влияние климатических изменений на территорию России носит резко контрастный характер, создавая принципиально разные вызовы и возможности для регионов.

Ключевые тренды:

- Повышение температур: температура в России растёт примерно в 2.5 раза быстрее, чем в среднем по миру. Это ведёт к удлинению безморозного и вегетационного периодов [4].
- Трансформация режима осадков: наблюдается переход от равномерных дождей к экстремальным явлениям – затяжным засухам и интенсивным ливням, вызывающим эрозию [2].
- Учащение экстремальных явлений: возвратные заморозки, аномальная жара, суховеи и град наносят нерегулируемый ущерб, повышая риски агробизнеса.

Южные и степные регионы (Краснодарский край, Ростовская, Астраханская, Волгоградская области): основной удар приходится на традиционную «житницу» страны. Здесь наблюдается долгосрочная тенденция к уменьшению количества осадков и повышению частоты засух, что ведёт к опустыниванию и снижению продуктивности чернозёмов. Эти регионы несут наибольшие потери и требуют срочной адаптации [5].

Центральная и Северо-Западная Россия, отдельные районы Сибири и Дальнего Востока: данные регионы потенциально могут получить выгоды от потепления. Удлинение вегетационного периода и увеличение суммы активных температур открывает возможности для:

- смещения границ устойчивого земледелия на север;
- расширения набора выращиваемых культур (например, сои и кукурузы) [2];
- введения в оборот ранее неиспользуемых земель.

Однако реализация этого потенциала ограничена низким естественным плодородием нечернозёмных почв, неразвитостью инфраструктуры и процессом сельской депопуляции [1].

Экономические последствия носят комплексный характер и затрагивают различные уровни.

1. Прямые экономические риски:

- Снижение урожайности в ключевых регионах: прогнозы указывают на потенциальное сокращение урожайности зерновых на юге России к середине века на 20% и более при отсутствии адаптации. Уже к 2030 году совокупные потери для экономики страны могут достигать 1–2% ВВП ежегодно [4].
- Рост издержек: увеличиваются затраты на ирригацию, восстановление почв, борьбу с новыми вредителями и болезнями, а также на агрострахование [2].
- Волатильность производства и цен: учащение экстремальных явлений ведёт к непредсказуемым колебаниям валовых сборов, что дестабилизирует внутренний рынок и экспортные поставки [5].

2. Структурные сдвиги и долгосрочные последствия:

- Перераспределение аграрного потенциала: может начаться постепенный сдвиг производственных акцентов с юга на центральные и приволжские регионы, что потребует колоссальных инфраструктурных инвестиций [3].

- Изменение структуры посевов: в южных регионах потребуется замена влаголюбивых культур на засухоустойчивые (например, сорго, нут), в то время как на севере станет возможным выращивание более теплолюбивых и маргинальных культур [5].

- Экспортные риски и возможности: зависимость ключевых стран-импортёров российской сельхозпродукции (Турция, Китай, Египет) от климатических факторов, а также ужесточение их климатического регулирования создают новые вызовы для экспортёров. Одновременно неурожаи у конкурентов могут открывать краткосрочные рыночные окна [4].

Ответом на вызовы должен стать системный переход к климатически оптимизированному сельскому хозяйству. Его опорами являются экологизация, цифровизация и биотехнологии.

Технологическая адаптация: внедрение влагосберегающих технологий (нулевая обработка почвы, точное орошение), использование засухоустойчивых сортов и гибридов, развитие агровольтаики (совмещение земледелия и солнечной энергетики).

Институциональные и управленческие изменения: актуализация агроклиматического районирования, разработка региональных планов адаптации (уже начата для ряда областей), создание системы мониторинга климатических рисков на базе ГИС и дистанционного зондирования Земли [6].

Экономические стимулы: развитие «зелёного» финансирования и ESG-кредитования, стимулирующего внедрение устойчивых практик. Пересмотр систем субсидирования в пользу адаптационных мер [4].

Изменение климата выступает мощным фактором трансформации земельных отношений и аграрной экономики России, создавая сложную мозаику региональных рисков и возможностей. Стратегический парадокс заключается в том, что наибольший ущерб грозит наиболее продуктивным в настоящее время южным регионам, в то время как потенциал освоения северных территорий сдерживается существенными не климатическими ограничениями. В этих условиях будущая конкурентоспособность и устойчивость российского агросектора будут зависеть не от экстенсивного расширения площадей, а от способности к глубокой системной адаптации. Ключевыми элементами успеха станут масштабная технологическая модернизация, основанная на принципах устойчивой интенсификации, и гибкая государственная политика, переориентирующая систему управления земельными ресурсами с реактивного реагирования на кризисы на проактивное управление долгосрочными климатическими рисками. Только такой подход позволит превратить климатические вызовы в трамплин для качественного развития российского сельского хозяйства.

Список литературы

1. Сельское хозяйство и садоводство в России [Электронный ресурс] // Climate Changepost: сайт. – URL: <https://www.climatechangepost.com/countries/russia/agriculture-and-horticulture/>.
2. Влияние глобального потепления на фермерские хозяйства России: реалии 2025 года [Электронный ресурс] // Мой гектар: сайт. – URL: https://moigektar.ru/news/vliyanie-globalnogo-potepleniya-na-fermerskie-hozyaystva-rossii-realii-2025-goda-_1EURRE3mw
3. Шарко Е.Р. Влияния изменений климата на сельское хозяйство в регионах Российской Федерации // Теоретическая и прикладная экономика. – 2022. – № 1. – С. 11–24.

4. Исследование Сбера «Мифы и реальность об изменении климата и сельском хозяйстве» [Электронный ресурс] // Сибирское Информационное Агентство: сайт. – URL: https://sia.ru/?section=484&action=show_news&id=445056.
5. Шувалов А. Размеры нашей страны позволяют получить определенные плюсы [Электронный ресурс] // Коммерсантъ: сайт. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8080161>.
6. Три кита для устойчивого развития российского сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Аграрная социальная сеть Agriexpert.ru: сайт. – URL: <https://agriexpert.ru/articles/5429/tri-kita-dlia-ustoicivogo-razvitiia-rossiiskogo-selskogo-hoziaistva>.

<https://doi.org/10.26898/2026-154>
УДК 332.2

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ: КАК РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА ВЛИЯЕТ НА СОЦИАЛЬНОЕ НЕРАВЕНСТВО И УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ

Ерамасова А.В., студент

Научный руководитель – Белокуренок Н.С., ст. преподаватель
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
e-mail: erasovaalina2005@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется взаимосвязь между распределением земельных ресурсов, социальным неравенством и качеством жизни в современной России. На основе анализа результатов земельной реформы, инициированной в 1990-е годы, выявляются ключевые социально-экономические последствия сложившейся модели землепользования. Особое внимание уделяется процессам концентрации земель в крупных агрохолдингах, сокращению сельскохозяйственных угодий, а также деградации социальной инфраструктуры в сельской местности. Исследование показывает, что существующая система земельных отношений усиливает разрыв между городом и селом, провоцирует социальную напряженность и отток населения из аграрных регионов. В заключении предлагаются направления корректировки земельной политики, нацеленные на сбалансированное развитие территорий и снижение уровня социального неравенства.

Ключевые слова: земельные отношения, социальное неравенство, уровень жизни, земельная реформа, сельские территории, концентрация земель, сельскохозяйственные угодья, Россия

Распределение и использование земельного фонда выступают одним из фундаментальных факторов, определяющих социальную структуру общества и уровень благосостояния населения. Как показывают исторические исследования, переход к земледелию и появление технологий, повышающих ценность земли, часто становились катализаторами роста имущественного неравенства. В современной России эта взаимосвязь приобрела особую актуальность в контексте масштабной земельной реформы, проводимой с начала 1990-х годов. Реформа, направленная на введение частной собственности на землю и создание рынка земельных ресурсов, кардинально изменила структуру землевладения и землепользования. Однако её социальные последствия оказались противоречивыми. С одной стороны, были созданы правовые основы для рыночного оборота земли, с другой – проявились негативные тенденции: концентрация ресурсов, сокращение площадей сельскохозяйственных угодий, маргинализация значительной части сельского населения [1].

В условиях, когда сельские территории занимают две трети площади страны и являются домом для десятков миллионов человек, эти проблемы напрямую влияют на национальную социально-экономическую стабильность [2].

Земельная реформа в постсоветской России прошла несколько этапов, каждый из которых оказал значительное влияние на социальную структуру села.

Начальный этап (1990-е гг.): приватизация и возникновение «земельных долей». Реформа стартовала с ликвидации государственной монополии на землю и массовой приватизации земель колхозов и совхозов. Миллионы сельских жителей получили право на земельную долю (пай), однако зачастую это право было формальным. Отсутствие четкого законодательства, механизмов выдела долей в натуре и развитого рынка привело к тому, что многие новые собственники не могли эффективно распорядиться своим активом [3].

Этап формирования рынка (2000-е гг.): концентрация собственности. С принятием Земельного кодекса (2001 г.) и закона «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» (2002 г.) был запущен процесс легализации рыночного оборота. На этом этапе проявилась ключевая социальная проблема – ускоренная концентрация земельных ресурсов. Земельные доли, часто через сомнительные схемы, скупались или арендовались у населения, что привело к формированию крупных агрохолдингов и латифундий. Процесс сопровождался сокращением числа мелких и средних фермерских хозяйств, которые не выдерживали конкуренции.

Современный этап (2010-е гг. – по настоящее время): институциональные проблемы и новые вызовы. К текущему моменту сформировалась устойчивая модель, для которой характерны: высокая доля неиспользуемых земель, деградация почвенного плодородия, наличие «невостребованных земельных долей» и правовая неопределенность в отношении значительных массивов земли [4]. Параллельно на социальную ситуацию в сельской местности стали оказывать дополнительное давление внешние факторы, такие как экономические санкции, приводящие к сокращению инвестиций, росту безработицы и снижению доходов населения [2].

Сложившаяся структура землевладения стала одним из основных генераторов социального неравенства в аграрной сфере.

Основные социально-экономические последствия нынешней модели:

1. Углубление имущественного и доходного расслоения: концентрация земли в руках ограниченного круга крупных собственников привела к концентрации доходов. Сельское население, лишившееся контроля над землей, часто превращается в наемных работников с низкой и нестабильной заработной платой или покидает село.

2. Сокращение сельскохозяйственных угодий и продовольственный суверенитет: отмечается устойчивая тенденция к выводу земель из сельскохозяйственного оборота, их деградации или переводу в иные категории. Это подрывает экономическую основу существования сельских поселений [4].

3. Кризис сельских территорий: усиливается разрыв в качестве жизни между городом и селом. Сокращается доступность и качество базовых социальных услуг (здравоохранение, образование), разрушается инфраструктура, наблюдается депопуляция [5].

4. Социальная напряженность и миграция: экономическая неустойчивость, безработица и отсутствие перспектив провоцируют социальную апатию и конфликты, а также усиливают миграционный отток молодежи в города, что ведет к старению сельского населения и дальнейшей деградации территорий.

Для наглядности можно сравнить заявленные цели реформы и её реальные социальные последствия:

- цели земельной реформы (заявленные);
- создание класса эффективных частных собственников;
- повышение эффективности сельского хозяйства;
- развитие рынка земли;

- повышение уровня жизни сельского населения.

Фактические социальные последствия:

- концентрация земли у ограниченного круга лиц (агрохолдинги);
- рост числа формальных собственников, не вовлеченных в реальное производство;
- маргинализация значительной части сельского населения, рост безработицы;
- усиление расслоения и рост социального неравенства «город – село».

Проблема неравенства между городским и сельским населением в России носит системный характер и напрямую связана с земельным вопросом. Это неравенство проявляется в нескольких ключевых аспектах:

1. Доходное неравенство: среднедушевые доходы в сельской местности неизменно остаются существенно ниже городских. Земля, которая могла бы быть источником дополнительного дохода для домохозяйств, часто не выполняет эту функцию из-за отсутствия возможностей для её эффективного использования малыми собственниками.

2. Неравенство в доступе к социальным благам: сельские жители сталкиваются с ограниченным доступом к качественным услугам образования, здравоохранения, культуры. Сокращение госрасходов на социальную сферу в условиях экономических трудностей ударяет по селу сильнее, чем по городу.

3. Инфраструктурный разрыв: износ инженерной и транспортной инфраструктуры в сельской местности критически высок, что снижает инвестиционную привлекательность территорий и качество жизни.

Государственные программы развития сельских территорий (такие как «Комплексное развитие сельских территорий»), хотя и ставят целью улучшение ситуации, зачастую не достигают системного эффекта, так как не меняют базовую экономическую модель, основанную на экстенсивном землепользовании и концентрации ресурсов [2]. Опыт других стран, например Китая, который активно применяет меры прямого регулирования и инвестиционной поддержки для сглаживания сельско-городского разрыва, может быть учтен для разработки более действенных инструментов [5].

Для смягчения негативных социальных последствий нынешней земельной политики необходим комплекс мер, направленных на демонополизацию доступа к земле и поддержку сельских сообществ.

Совершенствование правового и институционального обеспечения:

- Четкое законодательное регулирование оборота земель сельскохозяйственного назначения с установлением верхних пределов концентрации и приоритетным правом покупки для малых форм хозяйствования.

- Создание эффективного механизма изъятия неиспользуемых сельхозземель и вовлечения их в оборот.

- Усиление роли землеустройства и внедрение цифровых технологий (ГИС, дистанционное зондирование) для создания прозрачной системы учета и контроля за использованием земельного фонда [4].

- Стимулирование диверсификации сельской экономики: поддержка (через кредитование, налоги, инфраструктуру) не только сельского хозяйства, но и малого бизнеса, ремесел, агротуризма, перерабатывающих производств на селе. Это создаст альтернативные источники доходов и снизит зависимость от крупных агрохолдингов [2].

- Прямая социальная поддержка и развитие человеческого капитала: увязка земельной политики с программами социального развития села. Повышение качества образования и здравоохранения, развитие цифровой инфраструктуры, целевая поддержка молодых специалистов и семей, желающих вести хозяйство на земле.

Проведенный анализ показывает, что распределение земельного фонда в современной России выступает не просто экономическим, но и мощным социальным фактором, во многом определяющим уровень и качество жизни значительной части населения. Три десятилетия

земельной реформы привели к формированию модели, которая, обеспечивая товарность аграрного сектора, одновременно усугубляет социальное расслоение, провоцирует деградацию сельских территорий и усиливает миграционные потоки. Ключевая проблема заключается в дисбалансе между крупным капиталом, сконцентрировавшим земельные ресурсы, и широкими слоями сельских жителей, лишенных реальных возможностей для устойчивого развития на своей земле. Преодоление этих негативных тенденций требует пересмотра приоритетов земельной политики в сторону большего социального выравнивания. Это предполагает не только технические усовершенствования в области учета и контроля, но и политическую волю к перераспределению экономических возможностей, поддержке малого предпринимательства на селе и существенным инвестициям в человеческий капитал и социальную инфраструктуру сельских территорий. Только такой комплексный подход сможет разорвать порочную связь между нерациональным распределением земли и растущим социальным неравенством.

Список литературы

1. Буздалов И. Земельная реформа: взгляд сквозь призму замысла // Вопросы экономики. – 2008. – № 10. – С. 126–138.
2. Ахметов В.Я., Низамутдинов М.М. Влияние факторов и санкций на социальное развитие сельских региональных систем // Экономика сельского хозяйства России. – 2024. – № 3. – С. 122–133.
3. Нечаев В.И., Барсукова Г.Н., Кравченко Н.П., Юрченко К.А. Земельные реформы: история и современность // Экономика сельского хозяйства России. – 2011. – № 5. – С. 24–36.
4. Барсукова Г.Н, Донцов Р.Р., Максименко Е.В., Семенова В.С. Современные проблемы использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве как последствия земельной реформы // Московский экономический журнал. – 2025. – № 6. – С. 304–318.
5. Антончева О.А., Апанасенко Т.Е. Сокращение социального неравенства между городским населением и жителями сельской местности: сравнительный опыт России и Китая // Управленческое консультирование. – 2021. – № 1. – С. 61–76.

<https://doi.org/10.26898/2026-155>
УДК 332.28

ЭКОНОМИКА АРЕНДЫ ЗЕМЛИ В РОССИИ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ, МОДЕЛЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА АГРОБИЗНЕС

Ерамасова А.В., студент

Научный руководитель – Белокуренок Н.С., ст. преподаватель
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
e-mail: eramasovaalina2005@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется экономика аренды земель сельскохозяйственного назначения как системообразующий институт российского агробизнеса. Проведён анализ эволюции земельных отношений, выявлены структурные проблемы, включая высокую долю неиспользуемых угодий и правовую неопределённость. Детально рассмотрены действующие модели аренды (государственная, муниципальная, частная) и их экономические механизмы, с акцентом на ключевые законодательные изменения 2026 года, унифицирующие расчёт арендной платы на основе кадастровой стоимости. Оценено дифференцированное влияние этих моделей на различные типы сельхозпроизводителей. Сформулированы перспективы

развития арендных отношений в контексте задач повышения эффективности землепользования и обеспечения продовольственной безопасности.

Ключевые слова: аренда земли, агробизнес, земельные отношения, кадастровая стоимость, сельскохозяйственные угодья, земельная рента, государственное регулирование

Земля является основным средством производства в сельском хозяйстве, а механизмы её распределения и использования напрямую определяют эффективность всего агробизнеса. В России, где исторически сложилось доминирование государственной собственности на землю, аренда выступает ключевым инструментом, обеспечивающим доступ сельхозпроизводителей к этому ресурсу. Несмотря на то, что более 80% земель находится в частной собственности (преимущественно в виде долей), арендные отношения остаются основой для ведения товарного сельскохозяйственного производства.

Земельные отношения в России носят сложный, исторически обусловленный характер. Аграрные реформы 1990-х годов, направленные на приватизацию и деколлективизацию, привели к созданию института долевой собственности, который, по оценкам экспертов, стал в значительной степени препятствием для эффективного оборота земель. В результате миллионы гектаров пашни выбыли из оборота, а у многих сельхозорганизаций до сих пор не оформлены права на землю, что лишает их возможности сформировать единый земельно-имущественный комплекс как объект для инвестиций [1].

Экономический механизм аренды земель сельскохозяйственного назначения в теории основывается на понятии земельной ренты. Научные исследования, в том числе диссертационные работы, подчёркивают необходимость учёта дифференциальной ренты I (обусловленной естественным плодородием и местоположением участка) и дифференциальной ренты II (создаваемой в результате инвестиций арендатора) при формировании справедливой арендной платы [2]. Это обеспечивает баланс интересов: арендодатель получает доход от качества ресурса, а арендатор имеет экономический стимул для улучшения земли. Однако на практике долгое время этот принцип системно не применялся, а расчёт платежей был разрозненным и непрозрачным [3].

Текущая ситуация в сфере аренды сельхозземель характеризуется двумя взаимосвязанными процессами: ужесточением контроля за целевым использованием и масштабной унификацией правил экономического расчёта арендной платы.

В 2026 году вступают в силу законы, кардинально ужесточающие режим использования сельскохозяйственных угодий.

Принцип «двух ключей»: с 1 марта 2026 года перевод земель сельхозназначения в иные категории должен будет согласовываться как с региональными властями, так и с Минсельхозом России, что призвано исключить злоупотребления на местах.

Борьба с неиспользованием и деградацией: на правообладателей возлагается обязанность по защите участков от инвазивных растений (например, борщевика). Систематическое уклонение от этих обязанностей грозит изъятием земли через суд с последующей продажей с торгов [4].

Чёткое определение правового режима: законодательно расширяется перечень документов, устанавливающих вид разрешенного использования (ВРИ) для земель, включая сельхозугодья. Это усложняет произвольное изменение ВРИ и обязывает указывать его в договоре аренды, ограничивая возможности арендатора по самостоятельному изменению назначения земли [5].

С 1 января 2026 года вводится единый для всей страны порядок расчёта арендной платы за земельные участки, находящиеся в федеральной собственности и предоставляемые без торгов. Ключевое изменение – привязка платы исключительно к кадастровой стоимости участка.

До реформы: существовала разрозненная система, где ставки могли устанавливаться региональными властями, что приводило к значительным различиям даже в пределах одного субъекта Федерации.

После реформы: вводится детализированная сетка ставок в процентах от кадастровой стоимости в год. Для физических лиц, арендующих землю под личное подсобное хозяйство, садоводство и т.п., ставка составит 0,6%. Для льготных категорий (инвалиды, ветераны) – 0,01%. Для коммерческих видов использования ставки дифференцированы: например, для инвесторов в переработку отходов – 0,3%, а для операторов полигонов – 3,5% [3].

Эта реформа направлена на повышение прозрачности и предсказуемости издержек для агробизнеса. Однако она же создаёт новые риски, поскольку кадастровая стоимость зачастую не отражает реальную доходность участка и может существенно отличаться от рыночной, что является хронической проблемой отечественного земельного кадастра [1].

В российской практике можно выделить несколько базовых моделей аренды, по-разному влияющих на стратегию и экономику сельхозпроизводителей.

1. Аренда у государства или муниципалитета (публичная аренда)

Суть модели: наиболее массовая форма, особенно для крупных агрохолдингов. Земля предоставляется на торгах (аукционе) или без них (в предусмотренных законом случаях, например, для существующих пользователей).

Экономическое влияние: новая система расчёта от кадастровой стоимости создаёт единые правила, снижая коррупционные риски и транзакционные издержки [3]. Однако ставка может оказаться не связанной с фактическим плодородием, что искажает мотивацию. Долгосрочная аренда (до 49 лет) позволяет планировать серьёзные инвестиции, но риск изменения условий или изъятия земли при нарушении ВРИ повышается [5].

2. Аренда у частных собственников (владельцев земельных долей)

Суть модели: Крупные сельхозпредприятия часто арендуют тысячи гектаров у множества дольщиков, заключая с каждым индивидуальный договор.

Экономическое влияние: даёт бизнесу доступ к огромным массивам земли. С другой стороны, это приводит к высоким организационным издержкам, правовой неустойчивости и конфликтам. Размер арендной платы в этой модели часто определяется не экономическими, а социальными факторами (поддержка местного населения). Отсутствие чёткой методики ведёт к неоптимальному распределению ресурсов [6].

3. Аренда для целей интеграции и переработки

Суть модели: заключение долгосрочных договоров с возможностью последующего выкупа, часто используется при создании кластеров (например, вокруг элеватора или перерабатывающего завода).

Экономическое влияние: обеспечивает стабильность сырьевой базы, стимулирует инвестиции в логистику и переработку. Является основой для создания добавленной стоимости, что соответствует государственной задаче увеличения доли переработанной продукции в агроэкспорте.

Сравнительное влияние на разные типы хозяйств:

- Крупные агрохолдинги: выигрывают от унификации правил публичной аренды, имеют ресурсы для работы с массой дольщиков. Новые экологические требования увеличивают издержки, но создают барьеры для входа менее организованным конкурентам [4].

- Средние и малые предприятия: могут столкнуться с ростом арендной платы за публичные земли при завышенной кадастровой стоимости. Упрощение подготовки схем участков теоретически облегчает доступ к земле, но административная нагрузка остаётся высокой [5].

- Фермеры и начинающие предприниматели: Льготные ставки аренды (0,6 или 0,01%) и возможность получения земли без торгов для отдельных целей являются важной

мерой поддержки. Однако жёсткие санкции за нецелевое использование или зарастание борщевиком представляют для них существенный риск [3].

Перспективы развития экономики аренды земли в России связаны с реализацией новых законодательных инициатив и решением системных проблем.

Ожидаемые эффекты от реформ 2026 года:

- Сокращение неиспользуемых земель: Механизмы изъятия и последующей продажи с торгов должны стимулировать вовлечение заброшенных угодий в оборот [4].
- Повышение прозрачности: Единая методика расчёта арендной платы и создание федеральной карты-схемы земель сельхозназначения повысят инвестиционную привлекательность сектора [3].
- Стимулирование устойчивого земледелия: Новые обязанности по охране земель будут постепенно менять подход агробизнеса от экстенсивного к более ответственному [4].

Ключевые проблемы и направления для совершенствования:

1. Модернизация кадастровой оценки. Необходимо приблизить кадастровую стоимость к рыночной и учесть в ней агроэкологические характеристики (плодородие, эрозионные риски), что прямо соответствует теоретическому принципу дифференциальной ренты I [2].

2. Развитие долгосрочных и инвестиционных договоров аренды. Следует законодательно закрепить механизмы, защищающие права арендатора на возмещение затрат на улучшение земли (дифференциальная рента II) при досрочном расторжении договора.

3. Создание эффективного рынка прав аренды. Легализация и развитие оборота прав аренды (субаренды) с соблюдением интересов собственника позволила бы повысить мобильность земельного ресурса и его перераспределение в пользу наиболее эффективных хозяйств.

Экономика аренды сельскохозяйственных земель в России находится на этапе глубокой трансформации, движимой усилением государственного регулирования. Современные тенденции – ужесточение контроля за целевым использованием и унификация экономических механизмов – направлены на решение накопившихся проблем: вывод земель из оборота, деградацию почв и непрозрачность отношений. Новые модели расчёта арендной платы, основанные на кадастровой стоимости, создают более предсказуемые условия для агробизнеса, но их эффективность напрямую зависит от адекватности самой кадастровой оценки.

Влияние различных моделей аренды на агробизнес дифференцировано: крупные компании получают больше возможностей в условиях формализации, а для малых форм хозяйствования критически важны льготные ставки и упрощённые процедуры доступа к земле. Дальнейшее развитие арендных отношений должно идти по пути синтеза рыночных механизмов (учёт ренты) и публичных интересов (сохранение плодородия, вовлечение в оборот). Только такой сбалансированный подход позволит превратить аренду земли из просто способа доступа к ресурсу в мощный инструмент устойчивой интенсификации и повышения глобальной конкурентоспособности российского агробизнеса.

Список литературы

1. Дугина Т.А. Развитие земельных отношений в сельском хозяйстве России // Российское предпринимательство. – 2014. – № 2 (248). – С. 78–85.
2. Обухов Д. А. Формирование экономического механизма аренды земельных участков сельскохозяйственного назначения в муниципальных образованиях (на примере Ивановской области): дис. ... канд. экон. наук. – М., 2011. – 194 с.
3. Меняется расчет платы за аренду земли [Электронный ресурс] // Российская газета: сайт. – URL: <https://rg.ru/2025/12/04/torg-neumesten.html>.

4. Тренды-2026: что ждет сельское хозяйство России в новом году [Электронный ресурс] // Поле.РФ: сайт. – URL: <https://xn--e1alid.xn--plai/journal/publication/trendy-2026-что-zhdet-selskoe-khozyaiystvo-rossii-v-novom-godu>.
5. Топ-3 ключевых изменений земельного и градостроительного законодательства в 2026 году [Электронный ресурс] // Право.ру: сайт. – URL: <https://pravo.ru/story/261839/>.
6. Как рассчитывается стоимость аренды земли у государства и как ее узнать [Электронный ресурс] // Amulex.ru: сайт. – URL: <https://amulex.ru/daily/zemelnoe-pravo/kak-rasschityvaetsya-stoimost-arendy-zemli-u-gosudarstva-i-kak-ee-uznat-ne21fb0v/>.

<https://doi.org/10.26898/2026-156>
УДК 332.1

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В РАМКАХ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНА «НА СЕВЕРЕ – ЖИТЬ!»

Женихов В.В., аспирант,

Жиляков Д.И., д-р экон. наук, доцент

Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, Курск, Россия
e-mail: vvzh1967@yandex.ru; zhilyakov@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены меры государственной поддержки одного из районов Мурманской области, численность населения которого составляет 0,8 % от общего числа жителей Мурманской области. Меры поддержки оказываются в рамках губернаторской программы «На Севере – жить!», действующей до 2030 года, которая включает 17 проектов, состоящих из 218 мероприятий. Реализация мероприятий программы направлена на повышение качества жизни людей, развитие и благоустройство территорий, улучшение привлекательности жизни за Полярным кругом. Программой затронуты все населенные пункты Мурманской области независимо от количества жителей, удаленности, наличия дорог и т.д. Также подведены некоторые итоги реализации программы за период с 2019 года по 2025 год в Терском районе Мурманской области.

Ключевые слова: «На Севере – жить!», Терский район, сельские территории, государственная поддержка

Государственная поддержка развития сельских территорий - тема постоянного исследования для специалистов, исследователей, ученых. Сельские территории России многообразны, располагаются зачастую в отдаленных местах, разнообразны по этническому составу. Во многих поселениях живут малочисленные народы, особенности жизни которых требуют не только изучения, но и сохранения их особенностей. Так, на стыке Ленинградской, Вологодской областей, Республики Карелия живут вепсы - малочисленный народ финно-угорской языковой группы, численность которых составляет около 5 тыс. человек. Другой малочисленный народ - ижорцы - проживают в основном на западе Ленинградской области, а численность народа составляет чуть более 200 человек.

Особенности мест расположения сельских поселений, численности населения, специализации, различия историко-культурных и других условий должны учитываться при выборе методов, форм, целей государственной поддержки.

На сельских территориях в основном размещаются предприятия отраслей сельского хозяйства, которые формируют продовольственную безопасность страны. Во всем мире сельское хозяйство является дотационным, и Россия не является исключением, поэтому поддержка сельского хозяйства является стратегическим направлением деятельности государства. Но главным ресурсом данных территорий являются люди, проживающие и

работающие на сельских территориях. Поэтому создание благоприятных условий для работы и проживания населения на сельских территориях - приоритетная задача поддержки сельских территорий.

В рамках данного исследования изучен опыт государственной поддержки сельских территорий, внедренный в Мурманской области, расположенной на крайнем северо-западе России и включенной в состав Арктической зоны.

Север всегда находился в зоне особого внимания государства. Значение Севера для России сформулировано как «Арктика – новый космос». Сегодня Мурманская область показывает пример в развитии Арктической зоны России и является абсолютным лидером по инвестициям в арктические регионы.

Развитие региона сформулировано в стратегическом плане развития Мурманской области «На Севере – жить!», в рамках которого разработаны программы, направленные на повышение уровня жизни людей, развитие и благоустройство территорий. План разработан на основе более чем 72,0 тыс. поступивших предложений мурманчан и реализуется с 2019 года. План постоянно обновляется и дополняется с учетом опыта его реализации, анализа эффективности выполненных мероприятий и предложений жителей региона.

В результате, по данным за 2023 год, зафиксирован миграционный прирост населения, что не наблюдалось с 1989 года, регион вошел в «десятку» по размеру внутреннего регионального продукта на душу населения (1,7 млн руб.) и по средней номинальной начисленной зарплате, занял 20-е место в рейтинге качества жизни, 8-е место в России по объему промышленного производства, 9-е место по производительности труда в экономике [1].

Девиз «На Севере – жить!» был утвержден как официальный лозунг Международного арктического форума, прошедшего в марте 2025 года в Мурманске.

Рассмотрим, как реализация плана «На Севере – жить!» повлияла на развитие одного из районов Мурманской области - Терского. Территория района расположена на юге Мурманской области, омывается Кандалакшским заливом Белого моря. Площадь района – 19,3 тыс. км² (или 13,3 % от площади региона, он занимает 3-е место по территории области). Численность населения района по состоянию на 1 января 2026 года составляла 5 080 человек (или 0,8 % от общего числа жителей Мурманской области). Плотность населения - 0,26 чел./км². В Терском районе значительная доля лиц старше трудоспособного возраста – около 30 %.

Административный центр Терского района - поселок городского типа Умба, в котором проживает 4 552 жителя, или 89,6 % от общего числа жителей муниципального образования. Другие населенные пункты района – это сельские поселения, расположенные вдоль берега Белого моря.

Сельские поселения Терского района Мурманской области

Сельское поселение	Численность жителей, человек	Занятость жителей сельской территории
Варзуга	343	Рыболовство, экотуризм, изготовление сувениров
Кашкаранцы	79	
Кузомень	84	
Пялица	14	
Тетрино	16	
Чаваньга	88	
Чалома	81	
Оленица	27	
Маяк Никодимский	3	

Источник: составлено автором.

Из таблицы следует, что сельских поселений на обширной территории очень мало, располагаются на побережье Белого моря и относятся к малым сельским поселениям с

количеством в несколько десятков жителей, расстояния между ними - десятки километров. Поселения были основаны в период освоения Кольского Севера и насчитывают несколько веков. Население преимущественно занято традиционными видами деятельности (рыбная ловля, оленеводство, изготовление сувениров), а в последние годы - обслуживанием небольшого количества туристов.

Для района характерна удаленность сельских поселений от областного центра. Расстояние от сельского поселения Варзуга до Мурманска 490 км. Регулярного транспортного сообщения с административным районным центром не имеют все сельские поселения района, кроме Варзуги. В отдаленные поселения Терского района открыто авиасообщение, в летнее время - морское сообщение. До Варзуги можно доехать по дороге, которая асфальтирована примерно до Умбы. Через реку в Варзуге действует паром, а за Варзугой дорога носит условный характер. Между Кандалакшей и Умбой организовано автобусное сообщение [2]. Экономика Терского района Мурманской области включает сельское хозяйство, рыбохозяйственный и лесопромышленный комплексы, туризм, транспорт и составляет около 0,3 % в валовом региональном продукте [3].

Отметим некоторые результаты реализации программы «На Севере – жить!» в самом малонаселенном районе Мурманской области.

1. Проект «Каждый муниципалитет – точка притяжения туристов», в который включены сельские поселения Варзуга, Умба, Кузомень, Чалома, Чаваньга.

За 2019 – 2025 годы туристический поток в район превысил 43 тыс. человек. Всего поддержку от региона получили 10 субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере туризма, создано 8 новых рабочих мест. К 2030 году количество туристов в Терский район увеличится до 30 тыс. человек в год, для оборудуется новый причал в губе Большая Пирья, что сделает Умбу ключевой точкой на маршрутах «Поморское кольцо» и «Путь поморов». С 2026 года в Умбу будут регулярно заходить круизные суда, следующие по маршруту Москва - Архангельск - Соловецкие острова - Умба [4].

2. По региональной программе «Свой дом в Арктике» жители области, относящиеся к льготным категориям, получили единовременную выплату до 1 млн руб. на строительство, покупку дома или взнос по кредиту на указанные цели. Участниками данной программы стали 27 жителей Терского района, а 58 получили землю по программе «Гектар Арктики».

3. Особое место занимает проект «Курс на Север» по привлечению перспективных специалистов и студентов из других регионов России. В 2023 году в программу включились более 790 человек из 76 субъектов России и из четырех зарубежных стран. Участники получают помощь при трудоустройстве и адаптации, а также поддержку при переезде. В район также прибыли специалисты с семьями, работающие учителями и врачами.

4. В рамках проекта «Спорт на Севере» построены и отремонтированы 8 спортивных объектов, включая молодежное пространство «СОПКИ. СПОРТ» и лыжную базу с освещенной трассой.

5. По проекту «Жилищное строительство» из аварийного жилья переселены 68 семей, заменено более 7 км теплосетей и почти 6 км водопроводных сетей в Умбе, построены четыре биокотельные, в отдалённых селах модернизированы дизельные электростанции.

6. В рамках проекта «Дороги и транспорт» отремонтировано более 16 км дорог местного значения и 60 км региональных трасс.

Но главным результатом реализации программы «На Севере – жить!» является факт увеличения жителей Терского района за четыре года в период с 2021 по 2025 год на 398 человек (по состоянию на 1 января 2021 г. в районе проживало 4 682 человек, на 1 января 2026 г. – 5 080 человек).

В районе существенно уменьшился уровень безработицы. В 2017 году Терский район занимал «лидирующее» положение среди муниципальных образований региона, а уровень безработицы составлял 10,7 %. В период с 2022 по 2025 год уровень безработицы снизился

более чем в 2 раза (с 7,5 % в 2022 году до 3,5 % в 2025 году). Рабочие места в Терском районе созданы в деревообрабатывающей и швейной промышленности.

В целом можно сделать вывод, что за период реализации губернаторской программы «На Севере – жить!» в ранее депрессивном Терском районе Мурманской области население увеличилось на 8,5 %, безработица трудоспособного населения снизилась, улучшились бытовые условия проживания, созданы новые рабочие места. Успех реализации программы, на наш взгляд, обусловлен тем, что жители региона активно приняли участие в составлении проектов и мероприятий программы, обращали свое внимание на важные аспекты, что позволило составить план точно, сосредоточить усилия на тех мероприятиях, которые влияют на улучшение бытовых условий и привлекательность жизни за Полярным кругом.

Опыт Мурманской области отражает высокую эффективность проведения опросов местных жителей в целях обоснования мероприятий региональной государственной поддержки, и может быть изучен и внедрен в других регионах арктической зоны России с учетом их специфики.

Список литературы

1. Инвестиционный портал Мурманской области [Электронный ресурс] - URL: <https://invest.nashsever51.ru/pages/investitsionnyy-potentsial-regiona>.
2. Марецкая В.Н., Марецкая А.Ю. Комплексная оценка развития сельских территорий Мурманской области на основе мониторинга [Электронный ресурс]. - URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=2562>.
3. Захарчук Е.А., Пасынков А.Ф. Источники формирования добавленной стоимости муниципальных образований Мурманской области [Электронный ресурс]. - URL: <https://eee-region.ru/article/6013/>.
4. Региональные министерства и ведомства Российской Федерации. Комитет по туризму Мурманской области // Статистические данные [Электронный ресурс]. - URL: <https://tourism.gov-murman.ru/documents/statisticheskie-dannye/>.
5. Жилияков Д.И., Новосельский С.О., Лисицина Ю.В. и др. Анализ функционирования системы образования в сельских территориях региона // International Agricultural Journal. – 2022. – Т. 65. – № 2.
6. Сергеева Н.М., Зюкин Д.А., Головин А.А. и др. Изменение размеров прямой государственной поддержки производства как маркер диспропорций в политике развития регионов // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2022. - № 3 (387). - С. 236-239.
7. Жилияков Д.И. Перспективные направления развития человеческих ресурсов в сельской местности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий». - Чебоксары, 2019. - С. 55-59.
8. Шкилева Н.Л. О реализации мер государственной поддержки субъектов МСП в России // Россия и новые вызовы: экономика и общество: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 17 апр. 2024 г. – Курск, 2024. – С. 328-331.
9. Жилияков Д.И. Оценка и направления совершенствования планирования доходов местных бюджетов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 1. - С. 113-118.
10. Новосельский С.О. и др. Социально-экономическое развитие сельских территорий с учетом принципов «зеленой» экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2023. - № 7. - С. 216-224.

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В УСЛОВИЯХ ДЕПОПУЛЯЦИИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Имидеева И.В., канд. экон. наук, доцент

Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН,
Улан-Удэ, Россия,
e-mail: imideevaiv@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу системного противоречия между демографическими изменениями и институциональной статичностью земельного права. Выявлены основные последствия демографического положения в рамках правовых механизмов в Дальневосточном федеральном округе, которые отстают от реальных миграционных и расселенческих процессов в сельской местности. Они приводят к неэффективному землепользованию, росту социально-территориального неравенства и снижению устойчивости развития сельских территорий. На основе междисциплинарного подхода, включающего анализ нормативно-правовых актов и результатов конкретных проектов («Дальневосточный гектар» и др.), выявляются ограничения существующих мер, которые требуют перехода от формального регулирования к управлению, основанному на интеграции демографического фактора. В качестве решения предлагаем законодательное закрепление обязательности учета критериев демографической устойчивости и сценарного прогнозирования на всех уровнях территориального планирования и зонирования, что позволит обеспечить более сбалансированное развитие в условиях демографических вызовов.

Ключевые слова: земельное право, депопуляция, территориальное планирование, зонирование, землепользование, «Дальневосточный гектар», устойчивое развитие территорий, сельские территории

Введение. Социально-экономическое развитие территорий в современных условиях напрямую зависит от способности правовой системы четко реагировать на динамику населения. Тем не менее российское земельное право, формировавшееся в период перехода к рыночной экономике, несмотря на прогресс в формальном закреплении институтов собственности и оборота, продолжает находиться в статическом состоянии.

На сегодняшний день Российская Федерация и ее регионы переживают стремительные и разнонаправленные демографические сдвиги: ускоренную урбанизацию, хроническую депопуляцию села, интенсивную внутреннюю миграцию. Однако нормы, регулирующие использование земель, остаются инертными. Данное несогласие приводит к системному разрыву между правовыми предписаниями и реальными социально-экономическими потребностями, что выливается в дисбаланс спроса и предложения на рынке земли, нерациональное использование ресурсов, усиление пространственного неравенства и снижает потенциал устойчивого развития.

Демографический фактор, несмотря на свою важную роль в формировании реального спроса на землю и инфраструктуру, остается слабо интегрированным в правовые механизмы землеустройства. Существует противоречие между объективной изменчивостью расселения и относительной статичностью норм земельного и градостроительного права. Примером является реализация программы «Дальневосточный гектар», итоговая эффективность которой напрямую обусловлена не только процедурой предоставления участка, но и

комплексным учетом локальных демографических процессов, состояния инфраструктуры и экономических перспектив территорий.

Целью статьи является определение перспектив правового регулирования землепользования в условиях сокращения сельского населения и поиск баланса между сохранением земель и их хозяйственным освоением.

Материалы и методы. Основу работы составляют общенаучные методы анализа и синтеза, системный и структурно-функциональный подходы. В исследовании применяются методы сравнительно-правового и статистического анализа. Исследовательскую базу образуют данные законодательства РФ в сфере земельных, градостроительных и природоресурсных отношений, аналитические материалы по программе «Дальневосточный гектар».

Демографическая ситуация является определяющим вызовом для устойчивого развития, особенно в стратегически важных, но малонаселенных макрорегионах, таких как Дальневосточный федеральный округ (ДФО). Несмотря на отдельные позитивные тенденции (сокращение миграционного оттока в последние годы, локальный рост численности в Якутии, на Камчатке и Чукотке), системные проблемы сохраняются [1]. Общая численность населения ДФО продолжает сокращаться (до 7,6 млн человек в 2022 г.), сохраняется высокая доля естественной убыли, а низкая плотность населения (в среднем 1,13 чел./км²) осложняет хозяйственное освоение территорий [2, 3]. В современных исследованиях демография – главный вызов для Дальнего Востока, без решения которого невозможно достичь заявленных экономических целей.

Стоит отметить, что демографическая динамика носит крайне неоднородный характер. С одной стороны, происходит концентрация населения в крупных городских агломерациях и отдельных опорных зонах, где создаются территории опережающего развития (ТОР). С другой – обширные сельские и периферийные территории сталкиваются с ускоренной депопуляцией и старением населения. Эта пространственная дифференциация формирует принципиально разные запросы к земельной политике: в зонах роста требуется эффективное регулирование для обеспечения компактной, комплексно обустроенной среды, предотвращения спекуляций и хаотичной застройки. В депопулирующих районах, напротив, необходимы адаптивные механизмы, позволяющие консолидировать оставшееся население, перепрофилировать неиспользуемые земли и поддерживать базовую инфраструктуру. Существующая универсальная правовая модель плохо приспособлена для подобной гибкой, дифференцированной реакции.

Государственные программы, такие как «Дальневосточный гектар» и «Дальневосточная ипотека», являются прямой попыткой повлиять на демографическую и земельную ситуацию. Их эффект неоднозначен. С одной стороны, программа «Дальневосточный гектар» пользуется спросом: 53% участков использовали его для жилищного строительства по данным 2022 года [4]. Программа стимулирует вовлечение земель в оборот и закрепление части населения. С другой стороны, ее результативность упирается в более глубокие системные проблемы. Превращение предоставленного земельного участка в основу для устойчивой жизни и работы зависит от наличия рабочих мест, транспортной доступности, социальной и инженерной инфраструктуры – факторов, выходящих за рамки самой земельной процедуры. Анализ показывает, что основными причинами оттока населения с Дальнего Востока остаются именно экономические факторы и неразвитость социальной среды [3, 5]. Таким образом, программа обнажает проблему: изолированные земельно-правовые меры, не синхронизированные с комплексной социально-экономической и демографической политикой, имеют ограниченную эффективность и не способны радикально переломить негативные тренды.

Важно отметить, что наиболее острой формой противоречия между динамичной демографией и статичным правом является хроническое несоответствие документов

территориального планирования и правил землепользования и застройки (ПЗЗ) реальным потребностям населения.

Таким образом, данное рассогласование имеет три основные причины:

1. Институциональная инерция ПЗЗ. Утверждаемые на долгосрочную перспективу, эти документы крайне сложно оперативно изменить. Они «консервируют» устаревшую функционально-планировочную структуру, не отвечающую новым демографическим моделям (например, изменению структуры домохозяйств, спросу на смешанную застройку в городах или необходимости конвертации заброшенных сельскохозяйственных земель в рекреационные или природные территории).

2. Формальное использование демографических прогнозов. При разработке генпланов демографические показатели часто экстраполируются по упрощенным линейным моделям, без учета сценарного анализа, миграционной подвижности и их пространственной дифференциации внутри муниципалитета. Это ведет к ошибкам в резервировании земель под застройку и объекты инфраструктуры.

3. Отсутствие дифференцированных правовых режимов. Действующая система зонирования не предлагает гибких инструментов для «зон сжатия» (например, упрощенный порядок изменения видов разрешенного использования для реабилитации пустующих земель) и для зон чрезмерного роста (например, механизмы компенсационного развития инфраструктуры застройщиками).

Последствия предложенного рассогласования двояки: в растущих агломерациях возникает искусственный дефицит земель под жилье и соцобъекты, провоцирующий удорожание жилья и хаотичное разрастание; в депопулирующих территориях сохраняющиеся планировочные ограничения блокируют адаптивное использование земель, ускоряя их деградацию и окончательный упадок поселений.

Особое внимание необходимо уделить специальным правовым вопросам, связанным с демографией. Актуальной проблемой становится защита прав коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока (КМНС) в условиях миграционной активности и хозяйственного освоения территорий. Приток нового населения, стимулируемый программами вроде «Дальневосточного гектара», в ряде случаев приводит к рискам неправомерного занятия земель традиционного природопользования. Ответом на этот вызов стало принятие Постановления Правительства РФ от 23.09.2020 № 1520 [8], обязывающего субъекты РФ учитывать при территориальном планировании «зоны гарантированного доступа КМНС к ресурсам» на основе этнографических карт. Эта мера - пример того, как специальный демографический (этнографический) фактор начинает формально интегрироваться в земельно-планировочные процедуры, требуя дальнейшего развития методологии и правоприменительной практики.

Проведенный анализ выявляет системный разрыв между динамикой демографических процессов и статичностью норм земельного права. Действующая система регулирования, оставаясь в значительной степени «демографически нейтральной», не обладает достаточным инструментарием для гибкого и дифференцированного ответа на вызовы депопуляции одних территорий и стремительного роста других. Она приводит к неэффективному использованию земельного фонда, нарастанию пространственных диспропорций и снижению качества управления развитием.

Для преодоления этого разрыва необходима целенаправленная правовая институционализация демографического фактора. Основным направлением видится законодательное закрепление обязательности учета критериев демографической устойчивости и сценарного прогнозирования на всех этапах территориального планирования. Конкретные меры должны включать: внедрение требования о разработке демографических сценариев (включая пессимистический, инерционный и целевой) как обязательной основы для генеральных планов и схем территориального планирования; закрепление в Градостроительном кодексе РФ обязанности органов местного

самоуправления проводить периодический мониторинг соответствия ПЗЗ демографическим реалиям и устанавливать упрощенную процедуру их актуализации при значительном расхождении и разработку и нормативное утверждение методик формирования дифференцированных правовых режимов землепользования для «зон роста», «зон стабилизации» и «зон сжатия» с соответствующими пакетами стимулов и ограничений.

Реализация этих предложений позволит трансформировать земельное право из системы формальных процедур в действенный инструмент стратегического управления пространственным развитием, способный обеспечить сбалансированное и устойчивое развитие сельских территорий Российской Федерации в условиях сложных демографических переходов.

Список литературы

1. Храмова М.Н., Зорин Д.П. Межрегиональная миграция на Дальнем Востоке России и ее влияние на демографическую безопасность // ДЕМИС. Демографические исследования = DEMIS. Demographic Research. – 2024. – Вып. 4. – № 4. – С. 152-164. DOI: 10.19181/demis.2024.4.4.9.
2. Мотрич Е.Л. Современные демографические процессы на Дальнем Востоке России // Власть и управление на Востоке России. – 2022. – № 4 (101). – С. 59-68.
3. Имидеева И.В., Бадараева Р.В. Миграционные процессы в Дальневосточном федеральном округе: ожидания и реальность // Научное обозрение. Сер. 1: Экономика и право. – 2019. – № 6. – С. 32-40. DOI: 10.26653/2076-4650-2019-6-03.
4. Феоктистова К.И., Журавская Т.Н. Как работает программа «Дальневосточный гектар»: влияние стимулов исполнителей // Экономика региона. – 2023. – Т. 19. – Вып. 4. – С. 1033-1047.
5. Имидеева И.В. Влияние миграции на трудовой потенциал сельского хозяйства в приграничных регионах России с Монголией // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2025. – № 10-2 (129). – С. 199-207.
6. Имидеева И.В. Государственные механизмы поддержки сельских территорий в России и Монголии: сравнительный анализ и возможности взаимного // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 9. – С. 109-121. DOI: 10.33305/259-109.
7. Баженова В.С., Баниева М.А., Бардаханова Т.Б. и др. Комплексное развитие сельских территорий Республики Бурятия: государственная поддержка, инновации и устойчивость: моногр. – Улан-Удэ, 2025. – 185 с.
8. Об утверждении Правил ведения списка лиц, относящихся к коренным малочисленным народам Российской Федерации, предоставления содержащихся в нем сведений, а также осуществляемого в связи с его ведением межведомственного взаимодействия: Постановление Правительства РФ от 23 сентября 2020 г. № 1520 [Электронный ресурс] // Система ГАРАНТ: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74581736/>.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПОЧЕК КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА

Йигиталиев М.М., аспирант

Научный руководитель – Быков А.А., д-р экон. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

e-mail: yigitalievmirjahon@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается роль оптимизации логистических цепочек в повышении конкурентоспособности межрегионального агропродовольственного рынка. Проанализированы основные проблемы логистики сельскохозяйственной продукции в межрегиональной торговле, включая высокие транспортные издержки, потери продукции при транспортировке и недостаточное развитие инфраструктуры. Предложены направления оптимизации логистических процессов, включающие внедрение цифровых технологий, развитие распределительных центров и совершенствование транспортно-логистической инфраструктуры. Обоснована необходимость системного подхода к управлению логистическими цепочками для обеспечения продовольственной безопасности и повышения эффективности агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: логистические цепочки, агропродовольственный рынок, конкурентоспособность, межрегиональная торговля, транспортные издержки, оптимизация, цифровизация

Развитие межрегионального агропродовольственного рынка России является одним из ключевых факторов обеспечения продовольственной безопасности страны и повышения эффективности функционирования агропромышленного комплекса. В современных условиях особую актуальность приобретает задача оптимизации логистических цепочек, от эффективности которых во многом зависит конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Логистические издержки в структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции достигают 30-40%, что существенно снижает ценовую конкурентоспособность российских производителей. Особенно остро эта проблема проявляется в межрегиональной торговле, где значительные расстояния между производителями и потребителями, неразвитость транспортной инфраструктуры и отсутствие современных логистических центров приводят к дополнительным издержкам и потерям продукции [1].

Анализ современного состояния логистических цепочек агропродовольственного рынка позволяет выделить несколько ключевых проблем. Структура логистических издержек в агропродовольственном рынке представлена в таблице.

Структура логистических издержек в агропродовольственном рынке

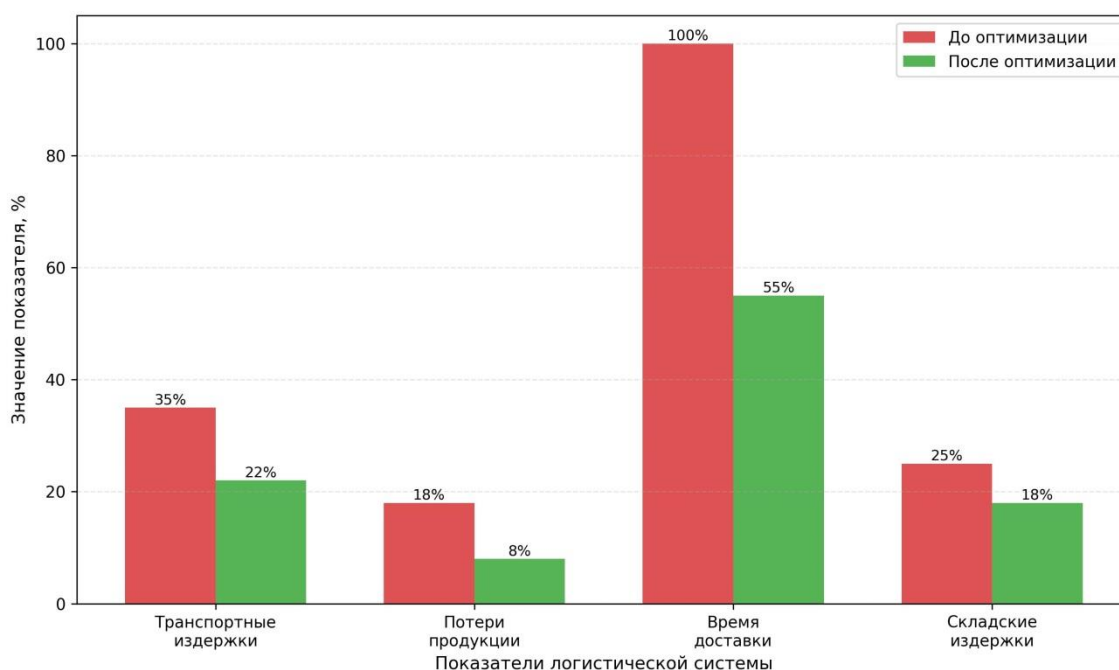
Вид издержек	Доля в структуре, %	Потенциал снижения, %
Транспортные расходы	35	20-30
Складские операции	25	15-20
Потери при транспортировке	18	40-50
Информационное обеспечение	12	30-40
Прочие издержки	10	10-15

Как видно из данных таблицы, наибольшую долю в структуре издержек занимают транспортные расходы (35%) и складские операции (25%). Значительные потери сельскохозяйственной продукции при транспортировке и хранении, достигающие 15-20% для отдельных видов продукции, связаны с недостаточным развитием холодильной логистики и складской инфраструктуры. Информационная непрозрачность рынка и отсутствие единой системы координации участников логистических цепочек препятствуют оптимальному распределению товарных потоков.

Оптимизация логистических цепочек должна осуществляться по нескольким направлениям. Приоритетным является внедрение цифровых технологий в управление логистическими процессами. Использование систем управления цепями поставок, технологий спутникового мониторинга транспорта и автоматизированных складских комплексов позволяет существенно повысить эффективность логистических операций, сократить издержки и минимизировать потери продукции [2].

Важным направлением является развитие сети региональных распределительных центров и агрологистических хабов, обеспечивающих консолидацию товарных потоков, предпродажную подготовку и хранение продукции. Создание таких центров в ключевых транспортных узлах позволит сократить транспортное плечо доставки и оптимизировать маршруты перевозок [3].

Совершенствование транспортно-логистической инфраструктуры предполагает развитие специализированного автомобильного транспорта для перевозки скоропортящихся грузов, модернизацию железнодорожных подъездных путей к крупным предприятиям АПК и создание мультимодальных логистических комплексов. Эффективность оптимизации основных показателей логистической системы представлена на рисунке. Как видно из данных рисунка, комплексная оптимизация позволяет снизить транспортные издержки с 35 до 22%, потери продукции – с 18 до 8%, время доставки – с базового уровня до 55% от первоначального, складские издержки – с 25 до 18% [4].



Эффективность оптимизации логистической системы

Эффективным инструментом оптимизации является внедрение принципов бережливой логистики, направленных на сокращение всех видов потерь в цепях поставок. Применение методов синхронизации производственных и логистических процессов,

оптимизации запасов и маршрутизации позволяет достичь значительного экономического эффекта [5].

Необходимым условием успешной оптимизации логистических цепочек является координация действий всех участников агропродовольственного рынка на основе партнерских отношений. Формирование интегрированных логистических систем с участием производителей, переработчиков, торговых организаций и логистических операторов обеспечивает синергетический эффект и повышает общую эффективность цепи поставок [6].

Государственная поддержка развития агрологистики должна включать финансирование создания современной инфраструктуры, субсидирование транспортных расходов для отдельных категорий грузов и стимулирование внедрения инновационных логистических технологий [7]. Важным направлением является разработка стратегии развития агрологистической инфраструктуры на федеральном и региональном уровнях [8].

Практика показывает, что комплексная оптимизация логистических цепочек позволяет снизить логистические издержки на 20-30%, сократить потери продукции на 10-15% и повысить скорость товародвижения в 1,5-2 раза. Это создает основу для повышения ценовой конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции и расширения географии межрегиональной торговли [19].

Перспективы дальнейшего развития агрологистики связаны с внедрением технологий Индустрии 4.0, включая искусственный интеллект для прогнозирования спроса и оптимизации запасов, блокчейн для обеспечения прослеживаемости продукции, интернет вещей для мониторинга условий транспортировки и хранения [10].

Таким образом, оптимизация логистических цепочек является критически важным фактором повышения конкурентоспособности межрегионального агропродовольственного рынка. Системный подход к развитию агрологистики, включающий модернизацию инфраструктуры, цифровизацию процессов, развитие партнерских отношений и государственную поддержку, создаст основу для устойчивого развития агропромышленного комплекса и обеспечения продовольственной безопасности страны.

Список литературы

1. Gritsenko G.M., Bykov A.A., Aleschenko V.V. et al. Directions for the Development of Grain Export Infrastructure in Siberia // *Regional Research of Russia*. – 2023. – Vol. 13. – No. S1. – P. S107-S117.
2. Тебекин А.В. Логистика: учебник. – М.: Дашков и К, 2022. – 355 с.
3. Афанасенко И.Д., Борисова В.В. Логистика в системе совокупного знания. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2013. – 395 с.
4. Неруш Ю.М., Неруш А.Ю. Логистика: учебник и практикум для вузов. – М.: Юрайт, 2021. – 454 с.
5. Сергеев В.И. Управление цепями поставок: учебник. – М.: Юрайт, 2020. – 480 с.
6. Романенко И.М. Транспортная логистика в агропромышленном комплексе // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2019. – № 5. – С. 72–78.
7. Быков А.А. Направления государственного регулирования агропродовольственного рынка // *Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф.* – Барнаул, 2017. – С. 129-131.
8. Гаджинский А.М. Логистика: учебник для вузов. – М.: Дашков и К, 2021. – 420 с.
9. Семин А.Н., Нечаев В.И., Барышников Г.Н. Оптимизация логистических процессов в АПК // *АПК: экономика, управление*. – 2020. – № 8. – С. 43–51.
10. Мизринь Л.А., Янкович И.А. Цифровая трансформация агрологистики: перспективы и вызовы // *Аграрный вестник Урала*. – 2021. – № 6. – С. 85–92.

РАЗВИТИЕ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА В УСЛОВИЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Йигиталиев М.М., аспирант

Научный руководитель – Быков А.А., д-р экон. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

e-mail: yigitalievmirjahon@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются особенности развития агропродовольственного рынка Российской Федерации в современных условиях. Проанализированы основные тенденции межрегиональной торговли сельскохозяйственной продукцией, выявлены ключевые проблемы и перспективы совершенствования межрегиональных экономических связей. Представлены статистические данные по объемам производства и торговли основными видами продукции в федеральных округах. Обоснована необходимость развития инфраструктуры и логистических систем для эффективного функционирования агропродовольственного рынка.

Ключевые слова: агропродовольственный рынок, межрегиональные связи, продовольственная безопасность, сельское хозяйство, экономическое развитие

Введение. Агропродовольственный рынок России представляет собой сложную многоуровневую систему экономических отношений, охватывающую производство, распределение и потребление сельскохозяйственной продукции и продовольствия. В современных условиях особую актуальность приобретает вопрос совершенствования межрегиональных связей, обеспечивающих эффективное функционирование национального продовольственного рынка и продовольственную безопасность страны [1, 2].

Развитие межрегиональной кооперации в агропродовольственной сфере способствует рациональному использованию природно-климатических и экономических преимуществ отдельных регионов, оптимизации товарных потоков и снижению логистических издержек [3]. Анализ современного состояния и тенденций развития межрегионального взаимодействия на агропродовольственном рынке является важной научной и практической задачей [4].

Материалы и методы исследования. Исследование базируется на официальных статистических данных Росстата за период 2020-2024 гг., аналитических материалах Министерства сельского хозяйства РФ, научных публикациях по проблемам развития агропродовольственного рынка [5, 6]. В работе использованы методы статистического, сравнительного и графического анализа.

Результаты исследования. Анализ структуры производства основных видов сельскохозяйственной продукции по федеральным округам показывает значительную региональную дифференциацию (см. таблицу).

Как видно из представленных данных, лидирующие позиции по производству зерна занимают Приволжский (32,7 млн т) и Южный (29,0 млн т) федеральные округа, что обусловлено благоприятными природно-климатическими условиями. Производство овощей концентрируется в Южном (3,4 млн т) и Центральном (2,6 млн т) округах (рис. 1).

Межрегиональный товарооборот сельскохозяйственной продукцией характеризуется устойчивой тенденцией роста. За 2020-2024 гг. объем межрегиональной торговли продукцией АПК увеличился на 28,4% [7, 8].

Производство основных видов сельскохозяйственной продукции по
федеральным округам РФ в 2024 г., тыс. т

Федеральный округ	Зерно	Картофель	Овощи	Мясо
Центральный	25 430	3890	2560	1840
Приволжский	32 680	4120	1980	1620
Южный	28 950	1450	3420	980
Сибирский	18 240	3560	1240	1180
Уральский	8760	2340	890	740
Северо-Западный	1580	1890	1120	420
Дальневосточный	890	780	380	210

Источник: рассчитано по данным Росстата.

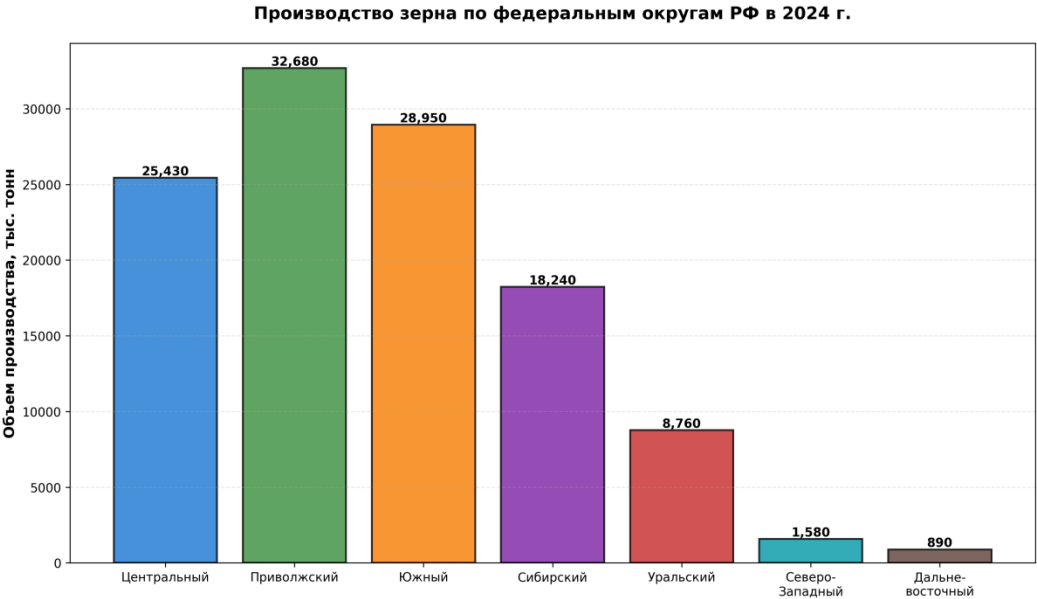


Рис. 1. Производство зерна по федеральным округам РФ в 2024 г.



Рис. 2. Динамика объемов межрегиональной торговли продукцией АПК в РФ

Основными направлениями межрегиональных товарных потоков являются: поставки зерна из Приволжского и Южного округов в регионы-потребители; транспортировка овощей и фруктов из южных регионов в центральную и северную части страны; распределение мясной и молочной продукции из производящих регионов в крупные городские агломерации.

Ключевыми проблемами, сдерживающими развитие межрегиональных связей на агропродовольственном рынке, являются: недостаточное развитие транспортно-логистической инфраструктуры, особенно в удаленных регионах; высокие транспортные издержки, увеличивающие конечную стоимость продукции; дефицит современных складских и холодильных мощностей; недостаточная координация между регионами в планировании производства и сбыта продукции; различия в уровне развития производственной базы и технологической оснащенности регионов [9, 10].

Для совершенствования межрегиональных связей на агропродовольственном рынке необходимо: развитие современной логистической инфраструктуры и создание региональных распределительных центров; внедрение цифровых технологий для координации товарных потоков; формирование межрегиональных кластеров и производственно-сбытовых кооперативов; гармонизация региональных программ поддержки АПК; развитие системы информационного обмена между регионами о потребностях и возможностях поставок продукции.



Рис. 3. Структура производства основных видов сельскохозяйственной продукции в РФ

Развитие агропродовольственного рынка в условиях совершенствования межрегиональных связей является важным фактором обеспечения продовольственной безопасности и экономического роста России. Эффективная система межрегионального взаимодействия позволяет оптимально использовать производственный потенциал регионов, сократить логистические издержки и обеспечить стабильное снабжение населения качественной продукцией. Приоритетными направлениями развития являются модернизация

транспортно-логистической инфраструктуры, цифровизация процессов управления товарными потоками и создание эффективных механизмов межрегиональной координации в агропродовольственной сфере.

Список литературы

1. Ушачев И.Г. Продовольственная безопасность России: проблемы и перспективы // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2023. – № 3. – С. 2-10.
2. Алтухов А.И. Межрегиональная интеграция в АПК: теория, методология, практика. – М.: Экономика, 2022. – 450 с.
3. Быков А.А. Факторы внешней среды, влияющие на состояние и развитие агропродовольственного рынка Сибири // Регион: экономика и социология. – 2020. – № 4 (108). – С. 151-174.
4. Bykov A.A., Khoruzhy L.I., Zaruk N.F. Prospects for development of organic crop production and its impact on the ecology of the region // Caspian Journal of Environmental Sciences. – 2025. – Vol. 23. – No. 2. – P. 343-354.
5. Чекалин В.С., Прока Н.И. Развитие межрегиональных связей на агропродовольственном рынке России // АПК: экономика, управление. – 2024. – № 2. – С. 34-42.
6. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / Минсельхоз России. – М., 2023. – 140 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1242 с.
8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru>.
9. Быков А.А., Бессонова Е.В., Утенкова Т.И. Основные тенденции и направления развития агропромышленного производства и агропродовольственного рынка Сибири // АПК: экономика, управление. – 2023. – № 6. – С. 73-79.
10. Беспяхотный Г.В. Продовольственная безопасность в условиях межрегиональной интеграции // Экономика региона. – 2023. – Т. 19. – № 4. – С. 1156-1168.

<https://doi.org/10.26898/2026-160>
УДК 005.58:338.439.053

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДО 2040 ГОДА

Кондратенко С.А., д-р экон. наук, доцент
Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: kondratenko-0703@mail.ru

Аннотация. Обозначены перспективные задачи и направления укрепления национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь, в том числе: повышение эффективности производства, модернизация инфраструктуры и логистики, расширение рынков сбыта продукции и диверсификация, использование современных цифровых технологий и интеллектуальных систем и др., которые позволят нарастить

производственный и экспортный потенциал отечественного АПК и реализовать стратегию устойчивого социально-экономического развития.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, агропромышленный комплекс, рынок продовольствия, производственный потенциал, задачи, критерии, направления и меры

Стабильное обеспечение продовольственной безопасности является одним из ключевых приоритетов государственной социально-экономической и аграрной политики Республики Беларусь [1, 2]. Делая ставку на развитие собственного сельского хозяйства, пищевой промышленности, сельхозмашиностроения, аграрной науки, наша страна не только укрепляет независимость от влияния конъюнктуры мировых рынков и других внешних факторов, но и гарантирует высокие жизненные стандарты для населения, доступность качественного продовольствия для здорового питания, развитие села [3]. Отечественный АПК развивается в рамках этапов, целей и задач, определенных важнейшими государственными программами, в числе которых Государственная программа реформирования АПК Республики Беларусь, Программа совершенствования АПК на 2001–2005 годы, Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы, Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы, Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы, а также Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Эффективность программно-целевого подхода в управлении развитием агропромышленного комплекса обеспечивается за счет сбалансированного распределения функций государственных заказчиков и исполнителей программных мероприятий, а также комплексного и рационального использования ресурсов по основным направлениям [4].

Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы стала принципиально новым и уникальным документом, обеспечившим переход к качественно новому уровню развития производственной и социальной инфраструктуры села, созданию новых типов сельских поселений – агрогородков. Одновременно осуществлялось масштабное техническое перевооружение отраслей АПК, оснащение хозяйств высокопроизводительной техникой, модернизация животноводческой отрасли и перерабатывающих мощностей. За последние годы десятки тысяч различных видов сельскохозяйственных машин и оборудования были поставлены в сельхозорганизации, в целях повышения конкурентоспособности животноводства основные объемы производства сконцентрированы на крупных комплексах, фермах и птицефабриках. Проведена реконструкция молочно-товарных ферм с внедрением систем идентификации, автоматизированного зоотехнического и ветеринарного учета, энергосберегающих систем содержания животных. Упор сделан на концентрацию производственных ресурсов и обеспечение их эффективного использования на базе эффективных и конкурентоспособных моделей аграрного бизнеса.

Основой создания системы продовольственной безопасности являются Концепция национальной продовольственной безопасности (одобрена постановлением Совета Министров Республики Беларусь 10 марта 2004 г. № 252; утратила силу), а также действующая Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года (утверждена постановлением Совета Министров 15 декабря 2017 г.), положения и критерии которой в значительной степени реализованы, а подходы и механизмы требуют совершенствования с учетом новых условий и задач.

В условиях меняющейся глобальной экономики, когда доступ к продовольствию и аграрным технологиям для многих стран мира определяет их независимость, Беларусь придерживается взвешенной и сбалансированной стратегии: наращивает потенциал собственного агропромышленного комплекса, стремится обеспечить технологический суверенитет, развивает новые высокотехнологичные отрасли.

Особым преимуществом является четко выстроенная система целей, задач, мониторинга и государственного регулирования в агропродовольственной сфере. Национальной академией наук Беларуси ежегодно выполняется мониторинг по специально разработанному перечню индикаторов. Анализируется состояние физической и экономической доступности продовольствия, уровень и качество рациона в разрезе категорий населения; информированность по вопросам питания. Особое внимание уделяется оценке ресурсной обеспеченности расширенного воспроизводства продовольствия на региональном уровне, в том числе: состоянию материально-технической базы и кадрового потенциала сельского хозяйства, стабильной загрузке мощностей, инновационной активности товаропроизводителей. Прогнозируется возможное влияние глобальных тенденций и рисков, связанных с волатильностью ценовой конъюнктуры мирового рынка, появлением новых торговых барьеров и ограничений [3]. Результаты мониторинга составляют основу выработки решений по повышению устойчивости национальной агропродовольственной системы.

Результативность принятых мер подтверждают достигнутые показатели развития АПК. По итогам 2024 г. вклад сельского, лесного и рыбного хозяйства в ВВП страны – 6,9 %. В аграрную отрасль направлено 14,6 % от общего объема инвестиций в основной капитал в республике. Реальная заработная плата в сельском, лесном и рыбном хозяйстве выросла в 2024 г. на 15,9 %, опережая динамику других отраслей. За 2020–2024 гг. увеличилось число сельскохозяйственных организаций – с 1428 до 1455, количество крестьянских (фермерских) хозяйств – с 3001 до 3343.

Для сравнения: урожайность зерновых и зернобобовых культур в 2024 г. в нашей стране составила 33,8 ц/га, что на 74 % больше, чем убирали в 2000-м. В Казахстане получают 15,2 ц/га, в России – 27,9 ц/га. Урожайность сахарной свеклы за указанный период в Беларуси выросла на 62 %. Мы получаем 474 ц/га, в России – 391,6 ц/га.

Животноводство для Беларуси – традиционно отрасль экспортно-ориентированная. Продукция животноводства составляет 65,5 % валовой продукции сельхозорганизаций и 9,5 % крестьянских (фермерских) хозяйств. В расчете на одного жителя в республике производится 958 кг молока, для сравнения в Азербайджане – 225, Армении – 189, Казахстане – 179, Кыргызстане – 259, России – 233, Таджикистане – 113, Узбекистане – 335 кг. Высоким производственным показателем предшествовала большая селекционная и генетическая работа по созданию новых пород, типов, линий и кроссов животных с высокими характеристиками продуктивности, здоровьем и устойчивостью, которая ведется у нас на протяжении многих лет на высоком научном и практическом уровнях. Результаты в молочном скотоводстве напрямую связаны с совершенствованием технологии производства. Так, при высоком генетическом потенциале белорусской голштинизированной породы и расширенном воспроизводстве поголовья в республике решающим фактором являются научно обоснованные интенсивные рационы кормления животных и технологичные условия содержания. Для этого во всех регионах страны продолжается модернизация, реконструкция и строительство молочно-товарных ферм и комплексов.

Беларусь благодаря комплексному научному обеспечению аграрной отрасли не только успешно адаптируется к влиянию климатических изменений, но и в перспективе сможет упрочить свои позиции на мировом рынке продовольствия. Не менее значимым направлением научного обеспечения развития АПК являются применение биотехнологий. Они могут быть задействованы в производстве кормов и кормовых добавок нового поколения, в том числе адресных рационов, которые подготавливаются с учетом физиологического состояния и продуктивности сельскохозяйственных животных. Использование полезных микроорганизмов и биопрепаратов для улучшения роста и защиты растений позволяет существенно повысить качество и конкурентоспособность продукции.

Современные системы машин позволяют повысить точность обработки полей, экономии топлива, сокращение сроков проведения мероприятий, адаптировать агротехнические приемы к различным культурам и почвенно-климатическим условиям. Наличие тракторов,

укомплектованных навигационными системами за 2022–2024 гг. возросло на 30 %, грузовых автомобилей – на 15 %, зерноуборочных комбайнов – на 50 %.

Высокий уровень собственного производства – это в первую очередь основа стабильности внутреннего продовольственного рынка, а также – экспортный потенциал белорусского АПК. Выросло потребление основных продуктов питания населением. Белорусы увеличили потребление мяса и мясопродуктов до 103 кг в расчете на одного человека в год, плодов и ягод – до 91 кг, овощей – до 180 кг.

По оценкам ФАО доступная энергетическая ценность рациона питания населения в 2024 г. в Беларуси обеспечена на 138 % относительно нормативной потребности. Относительно уровня 2005 г. этот показатель вырос на 24 пункта.

Стратегическая цель национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2040 года – обеспечить высокий уровень доступности качественного продовольствия для полноценного питания и здорового образа жизни населения на основе развития высокопроизводительного и конкурентоспособного отечественного агропромышленного комплекса, а также создания благоприятных социально-экономических условий для потребления продуктов питания на рациональном уровне.

Основными задачами национальной продовольственной безопасности являются:

- обеспечение безопасности и качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов, предусматривающее повышение нормативных требований по безопасности продовольствия для здоровья человека на всех этапах технологического цикла;
- развитие отечественного производства материально-технических ресурсов и технологий в целях повышения их доступности для производителей сельскохозяйственной продукции и продовольствия, а также достижения технологического суверенитета АПК;
- наращивание и реализация экспортного потенциала отечественного АПК на основе укрепления конкурентных позиций на традиционных и новых рынках, а также освоения выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью и высокотехнологичных товаров;
- развитие социальной, производственной, транспортной и торговой инфраструктуры в сельской местности, направленное на достижение высоких социальных стандартов и повышение привлекательности труда и уровня жизни сельского населения и др.

Развитие высокоэффективного и конкурентоспособного агропромышленного комплекса предусматривает: достижение объемов и структуры производства продукции растениеводства и животноводства, позволяющих гарантированно обеспечить потребность внутреннего рынка, сформировать резервы и запасы, а также экспортный потенциал; повышение производительности труда в сельском хозяйстве в расчете на одного работника в относительно достигнутого уровня на 30 % к 2030 г., на 60 % к 2035 г. и на 105 % к 2040 г.

Обоснован комплекс мероприятий, направленных на повышение устойчивости национальной агропродовольственной системы, обеспечение оптимального использования производственного потенциала для нужд внутреннего рынка, укрепление технологического суверенитета отечественного АПК, активизацию внешнеэкономической деятельности.

В области производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия усилия должны концентрироваться на: совершенствовании системы селекции и семеноводства в направлении создания качественных семян высокопродуктивных сортов и гибридов, устойчивых к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды с использованием нано- и биотехнологий, ДНК-технологий, генетики; развитии интенсивного кормопроизводства и создание устойчивой кормовой базы животноводства за счет формирования достаточных объемов фуражного зерна и высококачественных травяных кормов; максимальной реализации потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы за счет внедрения современных технологий кормления и содержания, эффективной профилактики и лечения заболеваний животных, включая цифровизацию и роботизацию основных процессов; повышении уровня биологической безопасности в агропродовольственной сфере и др.

В области повышения конкурентоспособности производства и сбыта продукции основными мерами являются: развитие импортозамещающих производств и производственных комплексов в сельском хозяйстве и отраслях пищевой промышленности; разработка и реализация общих механизмов защиты экономических интересов товаропроизводителей Союзного государства и ЕАЭС от недобросовестной конкуренции и чрезмерного импорта из третьих стран [5]; проработка возможностей для совместного выхода государств-членов на рынки стран Азии, Африки и Ближнего Востока, оптимальное использование маркетинговых ресурсов и товаропроводящей сети; создание и развитие единой системы электронных продовольственных торговых платформ и площадок для осуществления взаимной торговли и импортозамещения; создание Центра мониторинга и прогнозирования конъюнктуры аграрного рынка, который на постоянной основе будет предоставлять аналитические обзоры и прогнозы кратко-, средне-, долгосрочных ценовых и производственных параметров органам госуправления, ведомствам и товаропроизводителям для выработки мер по упреждению рисков и др.

В области развития научно-инновационного потенциала агропромышленного комплекса особое внимание предстоит уделить следующим направлениям, включая: разработку и внедрение инновационных био- и нанотехнологий в производство продукции растительного и животного происхождения в целях повышения ее качества; создание и внедрение технологий производства органического сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов, а также новых специализированных, диетических и функциональных продуктов на основе максимального использования потенциала отечественной пищевой индустрии; подготовку квалифицированных специалистов со средним специальным и высшим образованием, владеющих новыми знаниями и инновационными технологиями.

Список литературы

1. Гусаков Г.В. Комплексная система управления продовольственной безопасностью: методологические и методические решения. – Минск, 2018. – 211 с.
2. Пилипук А.В. Аграрная отрасль в экономике Республики Беларусь: текущие параметры развития и потенциал // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2024. – № 2. – С. 139–152.
3. Кондратенко С.А., Котковец Н.Н. Стратегические направления и механизмы устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2025. – Т. 63. – № 3. – С. 183–203.
4. Пилипук А.В., Кондратенко С.А., Артющешский Н.В. Методика оценки и классификации агропродовольственных товаров с высокой добавленной стоимостью // Белорусский экономический журнал. – 2024. – № 3. – С. 56–70.
5. Котковец Н.Н. Направления и механизмы развития общего аграрного рынка Союзного государства Беларуси и России // Аграрная экономика. – 2024. – № 9. – С. 3–16.

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ АГРАРНОГО СЕКТОРА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКИЕ РЕГИОНЫ

Красноперова Е.А., канд. биол. наук, доцент
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Россия
e-mail: EA.G@mail.ru

Аннотация. В статье предлагаются меры по возвращению и строительству цехов по переработке сельскохозяйственной продукции в районных центрах. Это повышает экономический интерес фермерских и лично-подсобных хозяйств к росту животноводческой продукции, что будет способствовать стабилизации социально-экономической обстановке на селе. Появятся новые рабочие места и повысятся доходы селян. Внедрение инновационных подходов в агропромышленный комплекс будет способствовать росту престижа профессий в сельском хозяйстве и повышению привлекательности жизни в сельской местности.

Ключевые слова: экология, агропромышленный комплекс, природно-ресурсный потенциал, безопасные продукты питания, сельское хозяйство, пищевая промышленность

АПК в настоящее время находится на новом этапе развития. Внедрение цифровых технологий проникает во многие сферы деятельности. Генная инженерия позволяет не только повышать продуктивность скота, но и формировать иные селекционные признаки, получение которых ранее считалось невозможным или труднодостижимым. Например, селекция на повышение белка в молоке. Одним из достижений генной инженерии молочного скотоводства является рост продуктивности стада за последние 25-30 лет в 1,5-2 раза. Разумеется, такой подъем продуктивности вызван не только наследственными новых технологий доения и ухода за животными.

Прежде без генной инженерии за столь короткий промежуток времени такого роста продуктивности достигнуть не удавалось. Большие изменения происходят в кормлении скота. Широкое распространение получают методы заготовки консервирования и использования кормов. Применение гибридных семян позволяет выращивать кукурузу молочно-восковой и восковой спелости в условиях Южного Урала. Силос из такой кукурузы способствует росту продуктивности молочного стада, хорошо поедается молодняком крупного рогатого скота, свиноматками на подсосе откормочным поголовьем. Современные системы заготовки грубых и сочных кормов предполагают использование химических и бактериологических консервантов и заквасок, позволяющих существенно снизить потери кормов при их хранении. Одновременно это способствует улучшению качеству молока, мяса говядины и свинины. Не маловажен и тот факт, что удалось снизить расход кормов на единицу продукции на 10-15%. Все это способствовало росту конкурентоспособности.

Вместе с тем инвестиционная политика включает в себя не только применение отмеченных выше направления развития АПК. Существенным направлением инновационной экономики является рациональное использование природно-ресурсного потенциала страны в целом и региона в частности.

Челябинская область характеризуется значительными площадями естественных выпасов, особенно это касается степных районов. Между тем поголовье крупного рогатого скота, лошадей, и овец в этих районах сократилось в 2 раза и более. В дореформенный период в области насчитывалось около 1 млн. овец, из которых более 80% приходилось на общественное поголовье. В настоящее время овцы содержатся только в лично-подсобных хозяйствах и незначительного числа фермерских хозяйств. Поголовье лошадей и крупного

рогатого скота сократилось более чем в 2 раза. Заметим, что продуктивность естественных выпасов была очень низкой и не могла обеспечивать потребности пастбищных животных в зеленой траве. За прошедшие 25-30 лет пастбища отдохнули и значительно повысили свою продуктивность. Не следует полагать, что они стали высокопродуктивными и не нуждаются в их окультуривании и уходе.

Примерно четверть это населения представлена лицами, исповедующими ислам. В их культуре употребление конины – признак среднего и высокого достатка жителей. Регион располагает хорошей племенной базой для разведения крупного рогатого скота мясных пород. На базе племенных заводов ведется целенаправленно селекционно-племенная работа учеными Российского научно-исследовательского института мясного скотоводства. Из всего перечисленного мы делаем следующий вывод: природно-климатические условия Челябинской области для развития отраслей животноводства используются недостаточно. Резкое сокращение поголовья скота всех видов не только снизило производство животноводческой продукции, но и обострило социально-экономическую ситуацию. Безработица получила широкое распространение в сельских поселениях.

Как это не покажется странным, но производители животноводческого сырья, основной проблемой считают реализацию произведенной продукции. Это вполне объяснимо и логично, до коренных социально-экономических реформ практически в каждом районном центре имелись молокоперерабатывающие предприятия. В Челябинской области насчитывалось четыре крупных мясоперерабатывающих предприятия (в Челябинске, Магнитогорске, Златоусте). В настоящее время в области осталось четыре мясоперерабатывающих предприятия. Мелкие и даже средние производители молока и скота на мясо испытывают большие трудности с реализацией выращенной продукции. В дореформенное время в каждом районном центре имелись цеха по забою скота и изготовлению мясных изделий.

Это были предприятия принадлежащей потребительской кооперации. В настоящее время потребительская кооперация Челябинской области не занимается закупками излишков молока и скота на мясо, овощей и картофеля они функционируют за счет предприятий общественного питания и торговой деятельности. В принципе предприятия Роспотребсоюза не стали заниматься торгово-закупочной деятельностью излишков молока, мяса, овощей у населения, хотя ради этого они и создавались.

Основная торговля продовольственными товарами осуществляется торговыми сетями в городах промышленных и районных центров. Отличительными особенностями этих предприятий является однородность продукции, поступающих на реализацию в подготовленном виде, широкий ассортимент товаров и большой объем реализации. Торговые сети создавались для работы в мегаполисах, где имеется емкий рынок сбыта, более высокие душевые доходы домашних хозяйств.

Торговля осуществляется в расфасованном виде и определенной таре. Сети хорошо используют современные тенденции в работе с покупателями. В частности, у них имеется широкий ассортимент товаров готовых непосредственно к употреблению, а также продукты не требующих длительной подготовки (наборы для супов, шашлыков и продуктов быстрого приготовления). Естественно, что партнерами торговых сетей могут выступать только крупные торгово-закупочные предприятия, осуществляющие подготовку к реализации (разрубку туш, расфасовку продукции в мелкую тару). Мелкие и средние сельхозпредприятия не могут выполнять подготовительные работы, они не располагают соответствующим оборудованием и кадрами.

Таким образом, мелкие и средние агропредприятия остаются за бортом торговых сетей. Крупные аграрные предприятия (птицефабрики, свинопредприятия, тепличные комбинаты и др.) располагают собственными товаропроводящими сетями. Например, птицефабрика «Равис» имеет собственную торговую сеть, насчитывающую более 200 магазинов. Свинопредприятие ОАО «Ариант» имеет собственную торговую сеть не только в

пределах Челябинской области, но и соседней Свердловской и Ханты-Мансийском округе. Чуриловский тепличный комбинат также имеет торгово-проводящую сеть «Витаминка». Макаронная фабрика АО «Макфа», Увельская крупяная компания ООО «Увелка» и ООО «Ситно» (Магнитогорск) вышли на общероссийский рынок. Продукция этих крупных предприятий известна во многих регионах РФ и за ее пределами (Узбекистан, Киргизия). Эти широко известные холдинги Челябинского АПК ежегодно получают хорошую прибыль.

Анализ показывает, что, сосредоточив в одних руках выращивание кормов их переработку, производство мяса свиней и птицы, куриных яиц и одновременно занимаясь реализацией произведенной продукции через собственные товаропроводящие сети, можно вырабатывать товары с высокой добавленной стоимостью и получать хорошую прибыль. Это не является изобретением отечественных фирм, а такой опыт широко культивируется в странах Европы, Азии и США. Игнорировать этот опыт не целесообразно, его надо использовать и творчески применять. По существу, это инновационные технологии, имеющие хорошие перспективы для развития АПК. Мы полагаем, что было бы целесообразно создавать в районах цеха по заготовке и переработке сельскохозяйственной продукции, выращенной в лично-подсобных хозяйствах граждан.

Инновационные технологии в АПК имеют свои отличительные особенности, соблюдения которых являются непременным условием эффективного производства. Современное общество обязано позаботиться о том, в каком состоянии оно оставит нашим потомкам возможность выращивания пищевых ресурсов в необходимом количестве и должного качества. Именно поэтому рациональное использование земли, водного и воздушного бассейнов для нужд сельского хозяйства имеют исключительно важное значение.

Выращиванием сельскохозяйственного сырья будет и впредь сосредоточено в крупных агрохолдингах, средних и малых производителях. Наиболее эффективно и успешно функционируют в настоящее время агрохолдинги. Их успех мы объясняем следующими обстоятельствами. Во-первых, они ведут производство на огромных площадях исчисляемых десятками тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий. Таким образом, объективно создается эффект крупномасштабного производства: лучше используют ремонтную базу, современные помещения для содержания скота и птицы, имеют капитальные помещения для ремонта техники, хранения зерна и кормовых ресурсов. Все это малодоступно средним и малым товаропроизводителям.

Во-вторых, чаще всего агрохолдинги совмещают выращивание сырья с его дальнейшей переработкой. Произведенное сырье обычно перерабатывается в подготовленную к реализации продукцию. Например, крупный агрохолдинг ООО «Подовинное молоко» Октябрьского района выкупил Южноуральский молочный завод и поставляет торговым сетям готовую к реализации продукцию. Это означает, что они продают продукт с более высокой добавленной стоимостью, что в значительной мере повышает эффективность их производства.

В-третьих, наиболее крупные агрохолдинги имеют в своем составе собственную торговую сеть. Конечно, через нее реализуется не вся выращенная продукция, но большая ее часть. Это еще более повышает конкурентоспособность этих предприятий на рынке. Большинство средних и малых предприятий способно выращивать сельскохозяйственное сырьё. У них не возможности перерабатывать свой товар в конечные продукты потребления. Они реализуют его предприятия посредникам: элеваторы, молочные заводы, мясокомбинаты. Те в свою очередь перерабатывают сырье и поставляют его в торговые сети.

Для Челябинской области еще характерно и то, что лучшая масса товарного зерна поставляется на мировой рынок. Именно этим объясняется снижение потребительских характеристик хлебобулочных изделий в Челябинской области, на которые постоянно жалуются покупатели. Для этих товаропроизводителей основной проблемой является лишение доступа к муниципальным региональным рынкам. Это ниша занята торговыми сетями, которым легче закупать импортный картофель из Египта и Израиля и продавать его

по 50 руб./кг и выше, чем иметь дело с отечественными производителями картофеля. Последние не имеют современных хранилищ для картофеля и овощей с регулируемой температурой и влажностью для длительного хранения и машин для сортировки картофеля, помещения для подготовки товара к реализации.

Территория Челябинской области весьма привлекательна для отдыха и туризма. Этот природный потенциал до сих пор используется не в полную меру. Привлекая туристов, в том числе и жителей промышленных центров и городов области, мы будем способствовать достижению взаимосвязанных целей. Усилится конкуренция на продовольственном рынке, и ее отличие состоит в следующем. Если горожане и туристы будут удовлетворены ассортиментом и качеством, предлагаемым им продуктов, они будут стремиться, если не ежедневно, то периодически приобретать ее на вновь открывшихся рынках. Конечно, деликатесные мясные и молочные продукты (сметана, кумыс и др.) будут иметь более высокую розничную цену. Но покупатель готов заплатить ее в обмен на высокое качество. Несомненно, это составит определенную конкуренцию торговым сетям. Хотя экономически торговые сети в состоянии выдержать конкуренцию.

Среди жителей сельских поселений появится экономический интерес содержания скота и птицы. Особенно это касается разведению домашней птицы (гусей, индеек, кур-несушек). У них появится свой рынок сбыта, и они могут расширять ассортимент предлагаемой продукции, например, предлагая покупателям огурцы, томаты и овощи домашней заготовки, варить на продажу варенье, а том числе из дикорастущих ягод. Это будет способствовать росту доходов населения, стабилизировать его численность. Пропагандируя туризм выходного дня в сельских поселениях, люди получают полноценный отдых на природе и приобретают для своих семей высококачественные продукты питания. Регулярное полноценное питание является важнейшим фактором формирования здоровья и работоспособности.

Первые результаты окажутся успешными, т.е. продукция, произведенная в сельских поселениях, будет востребованной и конкурентоспособной, то следующим шагом к распространению сельского туризма будет создание необходимой инфраструктуры: строительство гостиниц и кемпингов, бань, оборудованных мест отдыха, в т.ч. у воды. Появление устойчивого рынка сбыта фермерских крестьянских хозяйств и лично-подсобных хозяйств граждан, повысит не только экономический интерес к аграрному труду, но и может стать привлекательной сферой для постоянного места жительства и комплексного развития сельских территорий. Сосредоточение на сельских территориях не только производство сырья, но и изготовление полноценных продуктов питания поспособствует укреплению сельской экономики, за счет более высокой добавленной стоимости, где появятся новые рабочие места и село почувствует перспективы своего развития. Последнее является базой для стабилизации сельского населения, сократив его миграцию в города и крупные поселения. Таким мы представляем себе развитие инновационной экономики в аграрном секторе области.

Перспективы развития сельских поселений мы видим в том, чтобы создавать на местах цеха по переработке части сельскохозяйственного сырья и организовать торговлю готовыми продуктами питания, формировать конкурентную среду для стабильного развития сельских территорий.

Список литературы

1. Баутин В.М. Вызовы модернизации аграрного образования и проблемы подготовки кадров // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2016. – № 5. – С. 12-17.
2. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Новосельцева А.В. Основные направления реализации стратегии национальной безопасности в сфере продовольственной независимости России // Пищевая промышленность. – 2016. – № 4. – С. 40-43.

3. Галатов А.Н., Литовченко В.Г., Красноперова Е.А., Иванов В.А., Глянькова Л.М., Лунина М.Ю. Обеспечению продовольственной безопасности – комплексной подход // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 4. – С. 29-35.
4. Ермоленко А.А. Субъектная целостность российской экономики: взгляд через призму теории интегрированных субъектов // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер.: Экономика. – 2018. – Т. 20. – № 2. – С. 5-15.
5. Красноперова Е.А. Основные проблемы экологизации АПК // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. – № 4 (228). – С. 67-71.
6. Красноперова Е.А. Экология и социальная ответственность бизнеса в сфере АПК // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (44). – С. 164-169.
7. Красноперова Е.А., Юлдашбаев Ю.А. Эколого-экономическая и иные оценки технологий АПК // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 64. – С. 104-109.
8. Красноперова Е.А., Кармацких Ю.А., Костомахин Н.М. Пути развития и основные проблемы животноводства Челябинской области // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2024. – № 7 (228). – С. 31-40.
9. Никифорова А.О., Кармацких Ю.А. Влияние некоторых паратипических факторов на продуктивное долголетие коров // Главный зоотехник. – 2025. – № 9 (266). – С. 16-26.
10. Уразова А.А., Кармацких Ю.А. Производство пробиотиков для животных в России // Молодежная наука для развития АПК: сб. тр. LX студ. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2023. – С. 151-156.

<https://doi.org/10.26898/2026-162>
УДК 338.43:502.5(470.375)

ВЛИЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА: МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**Левина С.А.¹, зам. директора по науке,
Гриценко Г.М.², д-р экон. наук, проф.**

¹ООО «Еврогруп-Сибирь», Барнаул, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: gritcenko_galina_milenium@mail.ru

Аннотация. На основе всестороннего анализа 25 отечественных и 25 зарубежных научных статей об организации и влиянии государственного экологического контроля на эффективность молочного скотоводства, опубликованных в 2020-2025 годах, выявлены подходы авторов к оценкам влияния государственного экологического контроля на деятельность предприятий отрасли, проведено их сравнение в отечественных и зарубежных работах, вариантам его организации, обеспечивающим рост эколого-экономической эффективности производства, сформулирована иерархия гипотез формирования условий, обеспечивающих рост эффективности производства при разных подходах к организации государственного экологического контроля.

Ключевые слова: государственный экологический контроль, молочное скотоводство, методы анализа, инфраструктура продвижения экологических проектов, эффективность производства

Актуальность исследования обусловлена противоречивыми эффектами государственной экологической политики для предприятий молочного скотоводства. С одной стороны, ужесточение экологического контроля (частота проверок, размер штрафов, жесткость нормативов) может стимулировать технологическую модернизацию (гипотеза Портера, 1995). С другой – при отсутствии инфраструктуры продвижения и реализации экологических проектов (очистные сооружения, биогазовые установки, проектные организации) усиление контроля увеличивает транзакционные издержки, особенно для средних и малых предприятий.

Объект исследования – влияние государственного экологического контроля на эффективность молочного скотоводства. Предмет исследования – научные статьи отечественных и зарубежных авторов.

Цель исследования – эмпирически оценить влияние интенсивности государственного экологического контроля и наличия инфраструктуры на эффективность предприятий молочного скотоводства. Задачи исследования: выявить основные вопросы, изложенные в статьях зарубежных и отечественных авторов, связанных с организацией государственного экологического контроля и его влиянием на эффективность деятельности крупных и средних предприятий молочного скотоводства, сравнить их позиции; сгруппировать наиболее часто встречающиеся факторы; показать, как рассматривают ученые в своих работах влияние государственного экологического контроля на эффективность деятельности предприятий молочного скотоводства; ранжировать факторы, обеспечивающие рост эффективности производства при разных подходах к организации государственного экологического контроля.

Методы исследования – выборка, систематизация, сравнительный анализ, обобщение, абстрактно-логический. Следует сразу же отметить, что в научной статье невозможно привести список всех использованных в исследовании статей, поэтому ссылки будут сделаны только в одной таблице.

Исследуемая тема за последних пять лет прошла стремительный эволюционный путь, как за рубежом, так и в нашей стране (табл. 1).

Таблица 1

Эволюция взглядов зарубежных и отечественных ученых на экологическую политику и реализацию функций государственного экологического контроля*

Год	Наиболее значимые направления исследований	
	Зарубежные авторы	Российские авторы
2020	Переход от «экологии как издержек» к «экологии как фактору производительности»	Формирование проблемы «эколого-экономической эффективности»
2021	Переход к количественной оценке «зелёной» эффективности	Переход к эколого-экономическим моделям
2022	Развитие индексов GTFP и пространственного анализа	Технологический и нормативный поворот. Экологический контроль как необходимый стимул технологической модернизации
2023	Региональный и институциональный поворот	Экологический контроль как необходимый стимул технологической модернизации
2024	Развитие моделей вертикального регулирования и поведенческих эффектов	Устойчивое развитие и риск-факторы, гос. экологический контроль - один из блоков системы устойчивого развития
2025	Поведенческий и климатический поворот. Усиление внимания к климатическим рискам на экологическую эффективность и роль гос. контроля в адаптации	Институциональный и климатический контекст, идея «партнёрского контроля». Гос. экологический контроль – часть комплексной эколого-климатической политики

*Составлено автором.

Русскоязычное и англоязычное сообщества используют разные инструменты исследования: англоязычное быстрее переходит к жёстким количественным моделям: DEA, GTFP, by-production моделям; русскоязычное опирается на нормативно-правовой анализ, эколого-экономические индексы, технико-экономические расчёты экологических проектов, устойчивое развитие и риск-факторы.

Влияния государственного экологического контроля на эффективность деятельности предприятий молочного скотоводства отечественные и зарубежные авторы рассматривают практически в одних направлениях ракурсами (табл. 2).

Таблица 2

Подходы к рассмотрению темы влияния государственного экологического контроля на эффективность деятельности предприятий молочного скотоводства*

<i>Государственный контроль как фактор издержек и рисков</i>
Гос. контроль наиболее эффективен в развитых регионах с высоким уровнем инфраструктуры и поддержки. В слаборазвитых регионах усиление норм повышает издержки и снижает экономическую устойчивость: зарубежные [9, 10, 12], отечественные [1-3]
<i>Государственный контроль как стимул технологической модернизации</i>
Гос. контроль наиболее эффективен для крупных и средних молочных комплексов в развитых регионах, где он стимулирует модернизацию и снижение издержек: зарубежные [10, 13], отечественные [4, 6, 7]
<i>Региональная и институциональная неоднородность эффекта контроля</i>
Эффект гос. контроля зависит от региональных условий и уровня инфраструктуры. В развитых регионах усиление норм повышает производительность, в слаборазвитых – снижает: зарубежные [9, 10, 13], отечественные [2, 5, 6, 8]

*Составлено автором.

Однако надо отметить, что зарубежные исследования демонстрируют переход от описательного анализа норм к количественной оценке «зелёной» производительности и поведенческим исследованиям. Они фокусируются на крупных и средних фермах в развитых регионах (Европа, США, Китай), где государственный контроль сочетается с рыночными стимулами и институциональной поддержкой. Российские исследования показывают, что государственный контроль наиболее эффективен в регионах с высоким уровнем инфраструктуры и поддержки.

В целом по всей совокупности исследованных работ следует выделить пять наиболее часто встречающихся тем – общий и пороговый эффект, влияние масштаба производства, климата и региональной на влияние государственного экологического контроля на эффективность молочных предприятий.

Таблица 3

Блок вопроса	Ключевой вывод (по обзору статей)
Общий эффект гос. контроля	Умеренное усиление экологического регулирования повышает общую и «зелёную» эффективность; слишком жёсткие или нестабильные нормы снижают экономическую эффективность, особенно на малых и средних фермах
Пороговый эффект и Porter-гипотеза	Строгий, но предсказуемый контроль стимулирует внедрение технологий (очистка стоков, разделение навоза, энергосберегающие решения), что в долгосрочной перспективе повышает общую производительность
Различия по масштабам	Крупные и средние предприятия демонстрируют наибольший рост эффективности при сочетании гос. контроля и рыночных стимулов; малые фермы чаще испытывают стрессовые эффект
Региональная неоднородность	Эффективность гос. экологического контроля сильно зависит от уровня развития инфраструктуры, рынков технологий и институциональной поддержки
Климат и погода	Гос. нормы усиливают зависимость экологической эффективности от погоды; фермы с высокой технической эффективностью лучше адаптируются к изменениям

*Составлено автором.

Обобщая выводы, сделанные в совокупности статей, можно сформулировать следующие позиции (в статье упоминается от одной до трех позиций):

- в краткосрочной перспективе усиление регулирования обычно повышает издержки (инвестиции в очистные сооружения, изменение технологий кормления, управление

навозом), что может снижать экономическую эффективность, особенно на малых и слабодиверсифицированных фермах (69%);

- в долгосрочной перспективе жёсткие, но предсказуемые нормы (по выбросам, N/P-балансу, качеству стоков) стимулируют модернизацию, повышение технической и ресурсной эффективности и переход к более устойчивым системам, что компенсирует первоначальные издержки и повышает общую производительность (67%);

- наибольший позитивный эффект наблюдается при комбинации административного контроля и рыночных инструментов (субсидии, льготы, торговля квотами) и при наличии инфраструктурной поддержки (консультации, образование, доступ к технологиям) (78%).

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что государственный экологический контроль оказывает двойственное влияние на эффективность молочного скотоводства. При отсутствии инфраструктуры усиление контроля приводит к росту издержек и снижению рентабельности, особенно для средних и малых предприятий. Инфраструктурная поддержка (проектные организации, очистные сооружения, консультации) выступает ключевым модератором, позволяя реализовать инновационный потенциал экологического регулирования. Полученные результаты имеют практическое значение для формирования сбалансированной экологической политики в аграрных регионах России.

Список литературы

1. Васильев С.Н. Экологические риски молочного скотоводства и их влияние на экономическую эффективность // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 3. - С. 44–51.
2. Гаврилова Т.А., Борисов А.С. Риск-факторы устойчивого развития организаций молочного скотоводства региона // Вестник аграрной науки. - 2023. - № 2. - С. 67–75.
3. Захарова А.В. Экологические риски молочного скотоводства и их влияние на экономическую устойчивость предприятий // Вестник Сибирского федерального университета. Сер.: Гуманитарные науки. - 2023. - № 3. - С. 115–123.
4. Козлов И.Н., Морозова О.С. Оценка экологической эффективности внедрения технологий анаэробно-аэробной очистки сточных вод на молокоперерабатывающих предприятиях // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2021. - № 4. - С. 112–120.
5. Кузнецова М.А. Эколого-экономические аспекты развития молочного скотоводства в Сибири // Вестник Забайкальского государственного университета. - 2023. - № 2. - С. 102–110.
6. Лебедев К.С. Эколого-экономическая эффективность внедрения биогазовых установок на молочных комплексах // Вестник Белгородского государственного аграрного университета. - 2021. - № 3. - С. 76–83.
7. Михайлова Е.П. Эколого-экономическая эффективность модернизации животноводческих комплексов в условиях усиления экологического контроля // Вестник Бурятского государственного университета. Сер.: Экономика и управление. - 2021. - № 1. - С. 56–63.
8. Соколов А.В., Лебедева И.М. Оценка влияния экологических требований на себестоимость молока в сельхозорганизациях Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2022. - № 6. - С. 91–98.
9. Liu H. The mechanism and heterogeneity of environmental regulation efficiency in China // Environmental and Resource Economics. - 2022. - Vol. 82. – No. 5. - P. 1410–1435. DOI: 10.1007/s10640-022-00698-9.
10. Mennig T., Zhu X., Oude Lansink A. Dynamic sustainable productivity growth of Dutch dairy farming // Journal of Environmental Economics and Management. - 2024. - Vol. 124. - P. 102945. DOI: 10.1016/j.jeem.2024.102945.

11. Okwanya I., Zhao J., Liu H. Government environmental regulation, market instrument and personal environmental awareness on dairy farm efficiency // Sustainability. - 2023. - Vol. 15. - No. 12. - P. 9543. DOI: 10.3390/su15129543.
12. Zhao J., Liu H., Okwanya I. The impact of vertical environmental regulation mechanism on green total factor productivity in livestock sector // Sustainability. - 2024. - Vol. 16. – No. 8. - P. 3456. DOI: 10.3390/su16083456.

<https://doi.org/10.26898/2026-163>
УДК 332.1

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Лисицин А.Е., м.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: 030107107lis@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение регрессионного анализа на основе частных индексов качества жизни сельского населения. Исследуется вклад каждого из индексов в общую картину объективного компонента качества жизни. Даются рекомендации по повышению качества жизни сельского населения.

Ключевые слова: качество жизни, сельское население, регрессионный анализ

В условиях перехода к новому технологическому укладу в АПК человеческий капитал становится ключевым фактором развития отрасли. В [1] рассматривалась роль качества жизни (КЖ) в обеспечении прироста человеческого капитала сельских территорий, в [2] – индексный анализ качества жизни сельского населения. В данной работе на основе построенных в [2] частных индексов качества жизни сельского населения построена регрессионная модель, отражающая вклад каждого из индексов в итоговый показатель, которым будет ожидаемая продолжительность жизни сельского населения при рождении, являющаяся индикатором объективного состояния качества его жизни.

Регрессионная модель будет иметь вид:

$$Y = 64,22 + 2,19 * X_1 - 0,84 * X_2 + 7,13 * X_3 - 1,65 * X_4 + 3,7 * X_5.$$

Условные обозначения представлены в таблице.

Переменные регрессионной модели

Ожидаемая продолжительность жизни сельского населения при рождении, лет	Y
Демографический индекс качества жизни сельского населения	X ₁
Трудовой индекс качества жизни сельского населения	X ₂
Жилищный индекс качества жизни сельского населения	X ₃
Социальный индекс качества жизни сельского населения	X ₄
Инженерно-транспортный индекс качества жизни сельского населения	X ₅

Полученная модель статистически значима по критерию Фишера ($F = 12,1$), не содержит значимой автокорреляции остатков ($D = 1,72$) и характеризуется приемлемым коэффициентом детерминации $R^2 = 0,6$. Для построения модели использовались данные из источников [3-6].

Ожидаемо, что демографическая сфера показывает положительную связь с выходной переменной.

Причины отрицательного коэффициента при трудовом индексе – выбор трудоинтенсивного пути развития сельской экономики, повышающей производительность труда только при недостатке рабочей силы, напряжённость на рынке труда и попытки привлечь работников в сельскую местность урбанизированных регионов с помощью повышения зарплат, а также низкая стоимость труда на селе в регионах с низкой урбанизацией.

Развитие инженерной и транспортной инфраструктуры сказывается на продолжительности жизни положительно, облегчая бытовые задачи, открывая доступ к широкому спектру товаров и услуг, недоступных на сельских территориях, а также ускоряя оказание медицинской помощи.

Наиболее важен для повышения качества жизни жилищный индекс, следовательно, обновление жилищного фонда и его благоустройство могут существенно отразиться как на объективных, так и на субъективных показателях качества жизни. Поскольку этим проблемам посвящено несколько госпрограмм, значительная роль этого индекса ожидаема.

Относительно низкий коэффициент при социальном индексе говорит о недостаточном развитии данной сферы на сельских территориях регионов СФО. Устранение этого откровенно слабого места является необходимым условием дальнейшего повышения качества жизни сельского населения.

В результате проведённого анализа было установлено, что наибольшее влияние на качество жизни сельского населения оказывают жилищные факторы, положительно сказывающиеся как на субъективном, так и на объективном компоненте качества жизни и растущие наиболее заметными темпами. Развитие трудовой, социальной и инженерно-транспортной сфер в значительной степени сдерживает повышение качества жизни сельского населения регионов СФО. Демографическая же сфера скорее отражает эффект от мероприятий по повышению КЖ, чем вносит в этот процесс значительный вклад, что говорит об отсутствии комплексности в решении имеющихся проблем.

Таким образом, можно заключить, что повышение качества жизни сельского населения требует одновременного решения ряда существенных проблем, относящихся к разным сферам (а следовательно, и к компетенциям разных органов власти), которые, однако, тесно взаимосвязаны и влияют друг на друга. Это предполагает возникновение синергетического эффекта при комплексном подходе к разработке и реализации программ и мероприятий, направленных на повышение качества жизни, что повысит эффективность расходования бюджетных средств.

Регионы Сибирского федерального округа различаются по характеристикам сельских территорий, поэтому полученные результаты моделирования следует применять к каждому региону отдельно, учитывая его специфику. Также важно помнить, что в реальности имеется множество качественных факторов, не включённых в модели и вносящих свои коррективы в их применение и трактовку результатов.

Список литературы

1. Лисицин А.Е. Индексный анализ человеческого капитала сельских территорий // Инновационное развитие АПК Сибири и сельских территорий: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию СибНИИЭСХ СФНЦА РАН (Новосибирск, 19–20 июня 2025 г.) / под науч. ред. проф. Л.В. Тю, проф. К.С. Голохваста, проф. Е.В. Рудого, к.т.н. Д.В. Шаповалова. – Новосибирск: Агронаука, 2025. – С. 375-379.
2. Лисицин А.Е. Оценка качества жизни сельского населения на основе индексного анализа // Аграрная экономика и политика: тренды развития и стратегия на будущее (к 35-летию ВИАПИ им. А.А. Никонова). – М., 2025. – С. 261-265.
3. Приложение к сборнику Жилищное хозяйство в России. 2022: стат. сб. / Росстат. - М., 2022. - URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13234>.

4. Демографический ежегодник России. Приложение к сборнику (информация в разрезе субъектов Российской Федерации). 2023. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13207>.
5. База данных показателей муниципальных образований. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/munst.htm>.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: стат. сб. / Росстат. – М., 2024.

<https://doi.org/10.26898/2026-164>
УДК 338.43

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО: ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОЭКОЛОГИИ В ПРИБЫЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Лихтанская О.И., канд. экон. наук, доцент

Сибирский университет потребительской кооперации, Новосибирск, Россия
e-mail: ch_menegment@sibupk.nsk.su

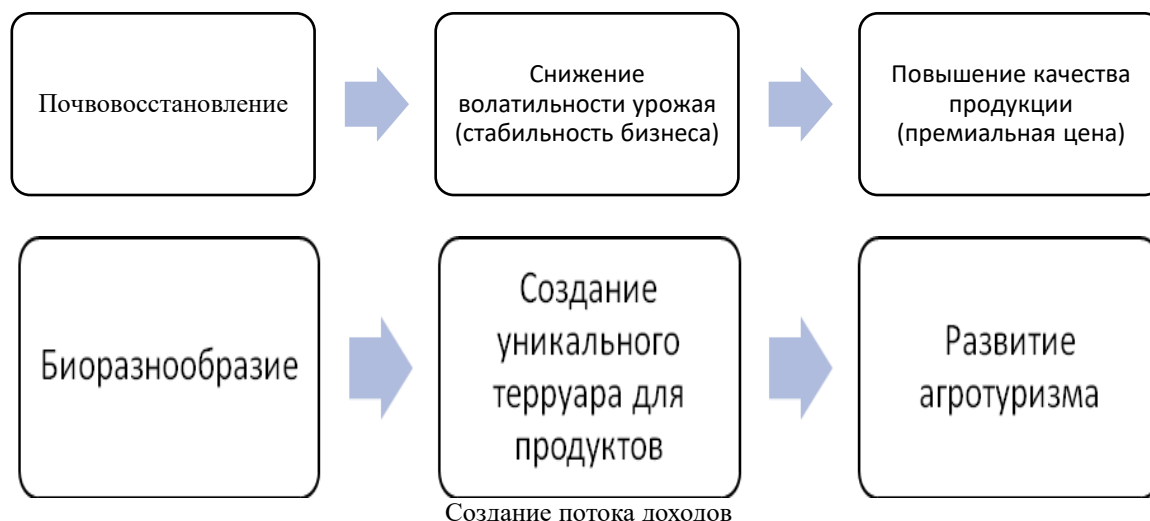
Аннотация. В статье рассматривается возможность трансформации агроэкологии из сугубо научной дисциплины и набора природоохранных практик в предпринимательскую модель – агроэкологическое предпринимательство. Цель работы – выявить ключевые элементы, позволяющие конвертировать экологические и социальные выгоды агроэкологии в устойчивые финансовые потоки. При этом «ядром» агроэкологического предпринимательства может стать синергия четырех капиталов: природного, социального, интеллектуального и финансового. Ключевым драйвером прибыльности выступает создание премиальной стоимости через механизмы диверсификации, цикличности и прямых отношений с потребителем. На основе исследования предложена трехуровневая модель агроэкологического предприятия, где экологические практики (1-й уровень) напрямую связаны с маркетинговыми стратегиями (2-й уровень) и институциональными инновациями (3-й уровень), формирующими новые рыночные ниши. При этом прибыльность в агроэкологическом предпринимательстве является не следствием, а условием его устойчивости, возникающим при интеграции экосистемных услуг в бизнес-модель. Данный подход позволяет создать новые направления развития сельских территорий.

Ключевые слова: агроэкологическое предпринимательство, бизнес-модель, экосистемные услуги, экологические практики, развитие сельских территорий

Современный агропродовольственный сектор стоит перед проблемой: во-первых, необходимо увеличивать производство; во-вторых, адаптироваться к климатическим изменениям; в-третьих, снижать негативное экологическое воздействие.

Агроэкология долгое время рассматривалась как альтернативная система знаний, но сегодня именно она может предложить комплексное решение. При каких же условиях агроэкологические принципы могут стать основой не просто жизнеспособного, но и конкурентоспособного, прибыльного предприятия?

Традиционно экологические практики (сидерация, биологическая защита, агролесоводство) рассматриваются как статья затрат [3]. Агроэкологическое предпринимательство изменяет эту логику. Каждая практика может анализироваться с точки зрения создания множественных потоков дохода (см. рисунок).



Таким образом, стратегическое позиционирование может стать драйвером прибыльности:

1. *Премиализация через доверие.* Прямые продажи (фермерские маркеты, онлайн-платформы) сокращают цепочку посредников и позволяют удерживать большую часть конечной цены. Экологическая сертификация и «честная» история бренда формируют лояльность и готовность платить больше [1].

2. *Диверсификация доходных потоков.* Предприятие перестает быть монопродуктовым. Доход формируется от продажи основной продукции, переработки (например, фруктов в джемы), образовательных услуг (эко-школа, семинары), рекреации (эко-туры), продажи семян или саженцев адаптированных сортов.

3. *Управление рисками и устойчивость.* Агроэкологические системы, благодаря биоразнообразию и здоровью почв, более устойчивы к климатическим стрессам (засухе, ливням), что снижает волатильность урожая и обеспечивает стабильность бизнеса в долгосрочной перспективе. А это является ключевым фактором для инвесторов [2].

Концептуально модель агроэкологического предприятия может иметь следующий вид:

1. Внутренний производственный контур: применение агроэкологических практик для управления агроэкосистемой. Цель – максимизация экосистемных услуг [2].

2. Маркетингово-коммуникационный контур: трансляция экологических ценностей в потребительские преимущества. Цель – монетизация доверия и создание сообщества.

3. Институционально-сетевой контур: партнерства с научными учреждениями, взаимодействие с органами власти для поддержки «зеленых» инициатив. Цель – снижение транзакционных издержек и доступ к новым ресурсам (гранты, льготное кредитование).

В этом случае, например, научно обоснованный севооборот (контур 1) позволяет получить уникальный продукт, история которого через цифровые каналы (контур 2) доходит до осознанного потребителя, а поддержка органов власти (контур 3) обеспечивает выгодную логистику.

Таким образом, агроэкологическое предпринимательство представляет собой новую предпринимательскую логику, в которой экологическая и социальная эффективность являются источниками финансовой результативности. Превращение агроэкологии в прибыльное предприятие требует от предпринимателя компетенций системного интегратора, способного видеть и использовать синергию между экологическими процессами и рыночными возможностями. Развитие агроэкологического предпринимательства способно сформировать инклюзивную и устойчивую агропродовольственную систему нового типа.

Список литературы

1. Асадуллина Д.М., Курамшина Н.Г. Экологическая сертификация как мера по обеспечению охраны окружающей среды // Вестник науки. - Т. 3. - № 1 (58). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-sertifikatsiya-kak-mera-po-obespecheniyu-ohrany-okruzhayushey-sredy/viewer>.
2. Боярова М., Махтимкулыева Я., Гурбанов Х., Араздурдыев Н. Агротехнологии для устойчивого сельского хозяйства и защиты окружающей среды // Парадигма. – 2025. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agrotehnologii-dlya-ustoychivogo-selskogo-hozyaystva-i-zaschita-okruzhayushey-sredy>.
3. Экологические практики в сельском хозяйстве. – URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-10/6_RU_Indrumar_Practici%20Ecologice%20in%20agricultura_2022.pdf.

<https://doi.org/10.26898/2026-165>
УДК 635.21:631.58

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Локтионова Е.В., студент

Научный руководитель – Сергеева Н.В., канд. экон. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

e-mail: sergeewanv78@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены мероприятия по оптимизации технологии возделывания подсолнечника сорта «Горстар» на зерно в условиях Курской области на поле 326 га после предшественника яровая пшеница, которую рано освобождают поле, позволяя провести качественную обработку почвы и накопить влагу. Несмотря на свою отработанность, характеризуется высокой ресурсоемкостью и раздробленностью операций. Многочисленные проходы техники по полю (отдельные операции по внесению удобрений, культивации, посеву, многоэтапной защите) ведут к значительным затратам на топливо, амортизацию и оплату труда, что формирует высокий уровень себестоимости конечной продукции. Предложено заменить культиватор КПС-8 и разбрасыватель РУМ-5 на комплекс Ростсельмаш SH/SC-820 с мощным трактором К-744Р1, позволяющим одновременно с обработкой вносить минеральные удобрения; устаревшую модель зерноуборочного комбайна КЗС-812 «Палессе GS812» на Ростсельмаш RSM 161, а также объединить гербицидную и фунгицидную обработку. Мероприятия позволят сократить прямые производственные затраты на возделывание подсолнечника на 7,8 %, с 22 642 руб./га до 20 875 руб./га.

Ключевые слова: подсолнечник, технология, оптимизация, производственные затраты, экономия

Любое сельскохозяйственное предприятия ставит основной целью своей хозяйственной деятельности – сокращение производственных затрат при сокращении урожайности и качества возделываемых культур, что возможно при современных тенденциях совершенствования воспроизводства технического потенциала аграрного сектора экономики страны, организации бережливого, ресурсосберегающего и экологичного производства [1]. Оптимизация процессов сельскохозяйственного производства требует повышенного внимания в оценке технологических преобразований, поскольку является

важнейшим аспектом формирования и повышения продовольственной безопасности страны [2].

Цель работы – оптимизировать технологию возделывания подсолнечника на зерно, что позволит сократить затраты труда и производственные затраты на единицу посевной площади объем собранного урожая.

Эффективность производства подсолнечника в Курской области детерминирована комплексом агроэкологических условий и правильным подбором гибридов и средств механизации. В хозяйствах области много лет существует базовая технология возделывания подсолнечника на зерно, которая включает в себя последовательность операций, учитывая климатические особенности зоны [3].

Лушение стерни проводилось агрегатом на базе трактора УТО-ELP 2804 с лушильником ЛДГ-10 на глубину 6-8 см в течение 3 рабочих дней августа. Данная операция необходима для измельчения пожнивных остатков озимой пшеницы (предшественника), борьбы с сорняками и провокации их всходов, а также для снижения потерь почвенной влаги.

Основное внесение минеральных удобрений являлось ключевым элементом системы питания. В сентябре было внесено 20 т диаммофоски (N:P:K) в дозе 135 кг/га. Технологический процесс включал погрузку удобрений погрузчиком КМУ НУВА НВ 170, их транспортировку и непосредственное внесение разбрасывателем РУМ-5 в агрегате с трактором МТЗ-1221. Это обеспечило создание основного фонда питательных веществ, доступного для глубоко проникающей корневой системы подсолнечника.

Вспашка зяби осуществлялась в сентябре трактором УТО-ELP 2804 с плугом ПЛН-8-35 на глубину 25-27 см. Этот энергоемкий процесс (норма расхода топлива 13 л/га) выполнял несколько функций: заделка удобрений и растительных остатков, рыхление подпахотного горизонта, создание благоприятной структуры для развития корней и накопление влаги.

Весенний цикл работ открывался ранневесенним боронованием в апреле зубowymi боровами СБГ-19/2. Целью операции было закрытие влаги, разрушение почвенной корки и выравнивание поверхности поля после зимы.

Предпосевная подготовка почвы и внесение удобрений были разделены на две операции. Сначала проводилась культивация культиватором КПС-8 в агрегате с МТЗ-1221 для создания рыхлого посевного слоя. Затем, отдельным проходом, вносилась предпосевная доза диаммофоски с использованием того же агрегата МТЗ-1221+РУМ-5.

Посев являлся критически важной операцией, выполнявшейся в мае сеялкой точного высева УПС-8-02. Норма высева была установлена на уровне 5 кг/га, что соответствует рекомендуемой густоте стояния для гибрида «Горстар» в зоне. Семена использовались промышленного протравливания, что обеспечивало защиту на ранних этапах онтогенеза.

Система защиты растений в базовой технологии была многоэтапной и включала четыре отдельные обработки [3]:

1. Обработка гербицидами в фазу 2-4 листьев культуры для контроля сорняков.
2. Междурядная культивация культиватором КРН-8,4 в июне для дополнительной борьбы с сорняками и разрушения почвенной корки.
3. Обработка фунгицидами в период бутонизации для профилактики грибных заболеваний.
4. Обработка инсектицидами для защиты от комплекса вредителей в фазе вегетации.

Каждая химическая обработка требовала отдельного подвоза воды и приготовления рабочего раствора с использованием автомобиля КамАЗ 65115, что увеличивало логистические затраты.

Десикация посевов проводилась в августе десикантами для подсушивания растений, остановки вегетации и выравнивания созревания, что является обязательным приемом для последующей высококачественной уборки.

Уборка и послеуборочная логистика занимали значительный период (5 дней) и выполнялись комбайном КЗС-812 «Палессе GS812» с последующей перевозкой зерна (940 т) автомобилями КамАЗ 65115 на ток или в хранилище.

Суммарные производственные затраты на один га посевов одного из хозяйств Курской области составили в 2024 году 22 642 руб.

В условиях ограниченных финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов сельскохозяйственное производство вынуждено оптимизировать технологические решения при возделывании значимых культур. Проектная технология возделывания подсолнечника предполагает комплексную оптимизацию существующего производственного процесса. Модернизация ключевых агротехнических операций направлена на повышение операционной эффективности, снижение трудоемкости, рационализацию использования материально-технических ресурсов и, как следствие, сокращение совокупных затрат на производство единицы продукции [4].

В базовой технологии операции культивации и посева выполнялись отдельно, что требовало двух проходов техники по полю: культиватор КПС-8 и разбрасыватель РУМ-5, агрегатируемые с трактором Беларус 1221. В проектной технологии эти операции объединены за счет применения высокопроизводительного посевного комплекса Ростсельмаш SH/SC-820 в агрегате с мощным трактором Кировец К-744Р1. Данный комплекс за один проход выполняет следующие функции: рыхление почвы на заданную глубину, выравнивание и прикатывание поверхности, посев семян с точным соблюдением нормы и глубины, а также локальное (ленточное) внесение стартовых минеральных удобрений [5].

Вместо четырех отдельных обработок (гербициды, фунгициды, инсектициды, десикация) с обязательным подвозом воды для каждой, в проектной технологии предложена система из двух комплексных обработок баковыми смесями. Первая обработка (май-июнь): гербицид + фунгицид. Проводится в критическую фазу, совмещая борьбу с сорняками и профилактику ранних грибных инфекций. Вторая обработка (июнь – июль): инсектицид + микроудобрения. Обеспечивает защиту от вредителей в период бутонизации – цветения и внекорневую подкормку для улучшения качества семян.

Зерноуборочный комбайн 2012 года начала эксплуатации КЗС-812 «Палессе GS812» предлагаем заменить на более производительный Ростсельмаш RSM 161 [6].

Сравнительная оценка затрат на возделывания культуры проведена с учетом разработанных технологических карт [7], результаты представлены в таблице.

**Расчет материальных затрат на возделывание подсолнечника
по базовой и проектной технологиям, тыс. руб.**

Статьи затрат	Базовая технология	Проектная технология	Относительное изменение, %
1. Затраты на оплату труда с отчислениями	645,2	582,8	-9,67
2. Семенной материал	115	115	0,00
3. Минеральные удобрения	2364	2030	-14,13
4. Средства защиты растений, ядохимикаты	1340	1320	-1,49
5. Топливо и технические жидкости	1418,4	1310,6	-7,60
6. Мелкий инвентарь	74	56	-24,32
7. Амортизационные отчисления	530	552	4,22
8. Затраты на ТО и ремонт	285	276	-3,02
9. Общепроизводственные затраты	474,0	437,0	-7,80
Итого	7245,5	6 680,1	-7,80
Всего затрат на 1 га посевной площади	22 642,10	20 875,37	-7,80
Всего затрат на 1 ц продукции, руб.	747,0	688,7	-7,80

Заключение. Предлагаемые агротехнические и агрохимические мероприятия позволят сократить затраты на оплату труда, минеральные удобрения, топливо, расходы на техническое обслуживание и ремонт машин [8]. Немного вырастут амортизационные отчисления, поскольку предлагаемые марки машин дороже используемых в базовой технологии. Суммарный экономический эффект составит около 565 тыс. руб., экономия производственных затрат на 1 га посевной площади и на 1 ц собранного урожая сократятся на 7,8 %. Сокращение объемов внесения удобрений и химических препаратов носит кроме экономического и экологический эффект, сокращены объемы механизированных работ – значит сокращены выбросы выхлопных газов в атмосферу – все это особенно важно в разрезе принципов «зеленой» экономики.

Список литературы

1. Алтухов А.И. Приоритеты в обеспечении продовольственной безопасности России в современных условиях // Международный журнал аграрной науки и образования. - 2024. - № 4. - С. 94-103.
2. Водяников В.Т., Малыха Е.Ф., Сергеева Н.В. Направления совершенствования воспроизводства технического потенциала аграрного сектора экономики страны // Агроинженерия. – 2025. – Т. 27. – № 6. – С. 52-59.
3. Лукомец В.М., Пенчуков В.М., Зайцев Н.И. Технология возделывания подсолнечника // Вестник АПК Ставрополя. - 2015. - № 2. - С. 85-87.
4. Сергеева Н.В. Экономическое обоснование альтернативной технологии выращивания нута в Волгоградской области // Экономика сельского хозяйства России. – 2025. – № 5. – С. 103-108.
5. Семёнов В.А., Семёнов А.В. Техническая модернизация в сельском хозяйстве // Экономика сельского хозяйства России. - 2021. - № 5. - С. 37-40.
6. Иванченко П.Г., Табулденов А.Н. Результаты сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов ESSIL-730 и NOVA-340 на уборке пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. – 2021. – № 1. – С. 69-73.
7. Сергеева Н.В. Экономическое обоснование выбора новой марки комбайна // Экономика сельского хозяйства России. - 2019. - № 6. - С. 49-54.
8. Sergeyeva N. The Cost Planning and Cash Limits for Repair and Maintenance Work in the AIC // Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age. Studies in Systems, Decision and Control. – 2020. – Vol. 282. – P. 585-594.

<https://doi.org/10.26898/2026-166>
УДК 338.43

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ФАКТОР АДАПТАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ К УСЛОВИЯМ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Максимов М.В., аспирант

Научный руководитель – Шарыбар С.В., д-р экон. наук, проф.

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,

Новосибирск, Россия

e-mail: mm12yr@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована ключевая роль эффективного землепользования в процессе адаптации регионального агропромышленного комплекса (АПК) к функционированию в условиях политики импортозамещения. Целью исследования является

разработка экономико-правовых и организационных мер по оптимизации использования земельных ресурсов Новосибирской области для повышения устойчивости и конкурентоспособности аграрного производства. На основе анализа статистических данных о структуре и состоянии земельного фонда, нормативно-правовой базы и научных публикаций авторами выявлены основные проблемы землепользования в регионе: нерациональная структура посевных площадей, высокая доля неиспользуемых сельхозугодий, деградация почвенного покрова и фрагментация земельных участков. Методология исследования включает системный и экономико-статистический анализ, метод экспертных оценок. В результате разработан комплекс рекомендаций, направленных на структурную перестройку землепользования в пользу высокомаржинальных и стратегически важных культур, вовлечение в оборот неиспользуемых земель через совершенствование института аренды и развитие кооперации, внедрение почвозащитных систем земледелия. Делается вывод, что целенаправленная оптимизация землепользования является фундаментальным условием для сокращения импортной зависимости, наращивания собственного производства сырья и обеспечения продовольственного суверенитета региона.

Ключевые слова: землепользование, сельскохозяйственные земли, агропромышленный комплекс, импортозамещение, эффективность использования земли, Новосибирская область

Введение. В условиях реализации политики импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации вопросы эффективного использования основного средства производства в агропромышленном комплексе – земельных ресурсов – приобретают критическую значимость. Для Новосибирской области, обладающей значительным земельно-ресурсным потенциалом, адаптация АПК к новым вызовам невозможна без структурной и качественной перестройки системы землепользования [1]. Цель исследования – оценить современное состояние землепользования в Новосибирской области и разработать научно-обоснованные направления его оптимизации как ключевого фактора адаптации регионального АПК к условиям импортозамещения.

Материалы и методы. Исследование базируется на данных Управления Росреестра по Новосибирской области, Федеральной службы государственной статистики, Министерства сельского хозяйства региона за 2020–2024 гг. Используются методы: системного анализа для выявления взаимосвязей в системе землепользования; экономико-статистического анализа для оценки структуры земельного фонда и динамики посевных площадей; сравнительного анализа нормативно-правовой базы; метода экспертных оценок для ранжирования проблем и предложений.

Результаты и их обсуждение. Земельный фонд сельскохозяйственного назначения Новосибирской области составляет около 8,5 млн га, из которых пашня занимает более 4,5 млн га. Однако анализ показывает наличие системных диспропорций.

Нерациональная структура посевных площадей. Доминирование зерновых культур (более 60% пашни) при недостаточных площадях под масличными, кормовыми и овощными культурами, имеющими высокий импортозамещающий потенциал и экономическую эффективность.

Наличие неиспользуемых земель. По оценкам, до 10% сельхозугодий выведены из оборота, что приводит к их деградации и потерям ресурсного потенциала.

Деградационные процессы. Более 30% пашни подвержено ветровой и водной эрозии, отмечается снижение содержания гумуса, что напрямую угрожает долгосрочной продуктивности.

Фрагментация и правовые барьеры. Высокая доля мелкоконтурных и разрозненных земельных участков затрудняет внедрение современных технологий, а несовершенство арендных отношений снижает инвестиции в восстановление плодородия.

Основные направления оптимизации землепользования для целей импортозамещения представлены в таблице.

Направления оптимизации землепользования в АПК Новосибирской области

Направление оптимизации	Конкретные меры	Ожидаемый экономический эффект
1. Структурная перестройка посевных площадей	Стимулирование расширения посевов сои, рапса, льна, овощей открытого и закрытого грунта. Введение системы агроэкологических квот	Снижение импорта растительного масла, белковых кормов на 20-25%. Рост валового дохода с 1 га до 30%
2. Вовлечение в оборот неиспользуемых земель	Создание регионального земельного банка. Упрощение процедуры изъятия неиспользуемых земель. Льготная аренда для инвесторов, реализующих импортозамещающие проекты	Увеличение обрабатываемой площади на 300-400 тыс. га. Рост валового сбора зерна на 15-20%
3. Внедрение ресурсосберегающих технологий	Широкое внедрение почвозащитных (no-till, mini-till) и точных технологий земледелия. Финансовая поддержка закупки отечественной техники для обработки почвы	Снижение затрат на ГСМ и удобрения на 20-25%. Прекращение процессов деградации на 80% площадей
4. Консолидация земельных участков и развитие кооперации	Содействие созданию кооперативов по совместному использованию техники и переработке. Упрощение процедур межевания и консолидации наделов	Снижение производственных издержек мелких хозяйств на 15-20%. Повышение инвестиционной привлекательности земель

Ключевым инструментом реализации данных направлений должна стать Целевая региональная программа «Оптимизация землепользования для импортозамещения», предусматривающая комплекс финансовых (субсидии, льготные кредиты), налоговых (льготы по земельному налогу) и информационных (создание геопортала состояния земель) мер. Особое внимание необходимо уделить подготовке кадров в области современного землеустройства и цифровых агротехнологий на базе Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий.

Заключение. Таким образом, адаптация АПК Новосибирской области к условиям импортозамещения требует пересмотра сложившейся модели землепользования. Предложенные направления оптимизации – структурная перестройка посевов, вовлечение в оборот неиспользуемых земель, внедрение почвозащитных систем и консолидация участков – носят комплексный характер и направлены на повышение продуктивности, устойчивости и экономической отдачи от земельных ресурсов. Реализация этих мер позволит создать прочную ресурсную основу для замещения критического импорта, развития глубокой переработки и обеспечения долгосрочной продовольственной безопасности региона, что соответствует стратегическим целям развития аграрного сектора России.

Список литературы

1. Шарыбар С.В. Земельные ресурсы как основа продовольственного суверенитета региона // Аграрный вестник Сибири. – 2024. – № 3 (45). – С. 12–18.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. – М.: Росреестр, 2024. – 215 с.

3. Данные по земельному фонду Новосибирской области [Электронный ресурс] // Управление Росреестра по Новосибирской области. – URL: <https://rosreestr.gov.ru/novosibirsk>.
4. Вольнов В.В., Сидоров А.Б. Оценка эффективности использования сельскохозяйственных земель в Сибири // Экономика сельского хозяйства России. – 2025. – № 1. – С. 45–52.

<https://doi.org/10.26898/2026-167>
УДК 332.2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ОБОРОТ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Минина А.Е., студент
Научный руководитель – Белокуренок Н.С., ст. преподаватель
Алтайский государственный аграрный университет,
Барнаул, Россия
e-mail: AnnaMinina9009@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в Алтайском крае, значительная часть которых не вовлечена в сельскохозяйственный оборот. Целью исследования является оценка экономической эффективности вовлечения неиспользуемых земель в оборот в регионе. Проведен анализ текущего состояния земельного фонда, выявлены основные причины неиспользования земель, включая экономические, правовые и инфраструктурные факторы. Предложена методика оценки экономической эффективности, учитывающая затраты на рекультивацию и подготовку земель, а также потенциальную доходность сельскохозяйственного производства на этих землях. На основе анализа данных по Алтайскому краю проведены расчеты экономической целесообразности вовлечения различных категорий неиспользуемых земель в оборот.

Ключевые слова: Алтайский край, экономическая эффективность, сельскохозяйственные угодья, неиспользуемые земли, площадь, рост, эффективность

Алтайский край – один из ключевых аграрных регионов России, располагающий огромным земельным фондом. В регионе стоит проблема неиспользуемых сельскохозяйственных угодий. Эти «спящие» гектары представляют собой не просто резерв, а реальный источник экономического роста, повышения продовольственной безопасности и социальной стабильности в сельской местности. Оценка экономической эффективности их вовлечения в оборот – это не абстрактная теория, а насущная необходимость [1].

По данным Управления Росреестра по Алтайскому краю и мониторинга Минсельхоза региона, общая площадь земель сельскохозяйственного назначения в крае составляет 11,6 млн га. Из них, по различным экспертным оценкам, от 800 тыс. до 1,2 млн га фактически выведены из оборота или используются неэффективно. Это сопоставимо с площадью всего агропромышленного комплекса отдельно взятой небольшой области. Основные причины – заброшенность, зарастание кустарником и лесом, отсутствие инфраструктуры и экономических стимулов у собственников.

Вовлечение даже части этих земель способно дать значительный мультипликативный эффект:

1. Прирост посевных площадей и валового сбора. Вовлечение 100 тыс. га пашни (около 10% от неиспользуемого фонда) под посевы пшеницы со средней для края урожайностью в 22 ц/га (данные за 2023 г.) даст дополнительный валовой сбор в 220 тыс. т. При консервативной цене 13 000 руб./т (опт, базис) это обеспечит прямой прирост выручки аграриев на 2,86 млрд руб. ежегодно.

2. Создание добавленной стоимости. Переработка дополнительной пшеницы, например, в муку, увеличивает стоимость в 1,5-2 раза. Таким образом, цепочка «поле – элеватор – мельница» может генерировать дополнительную добавленную стоимость еще на 3-4 млрд руб., создавая новые рабочие места в смежных отраслях.

3. Налоговые поступления. Рост доходов сельхозпредприятий и перерабатывающих заводов напрямую увеличивает поступления налога на прибыль. Ввод в оборот новых земель ведет к росту кадастровой стоимости и, как следствие, к увеличению земельного налога, который остается в муниципальных бюджетах. По экспертным оценкам, с каждого гектара вовлеченной пашни в бюджеты всех уровней может поступать дополнительно от 500 до 1500 руб. ежегодно.

Вовлечение в оборот неиспользуемых земель в Алтайском крае – это не только вопрос увеличения объемов производства и прибыли. Это комплексный подход к развитию сельских территорий, который включает создание и сохранение рабочих мест, развитие инфраструктуры и повышение экологической устойчивости. Освоение каждой тысячи гектаров пашни создает в среднем 5-7 постоянных рабочих мест в растениеводстве, а также сезонные рабочие места, что критически важно для поддержания занятости в сельской местности. В масштабах края, вовлечение 500 тысяч гектаров может поддержать занятость 3-4 тыс. человек.

Кроме того, возрождение земель требует развития логистики, ремонта дорог, работы ремонтных служб и обеспечения горюче-смазочными материалами, что стимулирует развитие малого и среднего бизнеса в сопутствующих сферах. Контролируемое сельскохозяйственное использование земель также способствует повышению экологической устойчивости, поскольку обрабатываемые поля менее подвержены пожарам, распространению карантинных сорняков и вредителей, чем заброшенные земли.

Ключевой вопрос – соотношение результата и необходимых инвестиций. Основные затраты на вовлечение одного гектара неиспользуемой пашни (в зависимости от состояния) могут составлять [2]:

- 1) расчистка от древесно-кустарниковой растительности – 15-40 тыс. руб./га;
- 2) первичная (мелиоративная) обработка почвы – 3-5 тыс. руб./га.

Минимальное оснащение (при отсутствии): приобретение техники, создание хранилищ – это капитальные вложения, которые могут окупаться несколько лет.

Таким образом, первоначальные вложения могут достигать 25-50 тыс. руб./га. При урожайности пшеницы в 22 ц/га и цене 13 000 руб./т, валовая выручка с гектара составит 28 600 руб. Это означает, что окупаемость прямых затрат на расчистку и ввод может составить 2-3 сельскохозяйственных сезона при грамотном управлении и благоприятной конъюнктуре. Государственные меры поддержки (например, субсидии на проведение агротехнических работ в рамках региональных программ) способны сократить этот срок и повысить привлекательность для инвесторов.

В Алтайском крае действует ряд нормативно-правовых актов, направленных на поддержку сельского хозяйства, включая Закон Алтайского края от 31.01.2018 № 2-ЗС «О развитии сельского хозяйства в Алтайском крае» и государственные программы, предусматривающие субсидии и гранты для сельхозпроизводителей. В 2026 году в Алтайском крае будет продолжена государственная поддержка крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей. Субсидии будут предоставляться на развитие семейной фермы согласно постановлению Правительства Алтайского края от 23.06.2025 № 240. Повысить экономическую эффективность можно за счет создания

публичного кадастра неиспользуемых земель для привлечения инвесторов, применения механизма изъятия неиспользуемых земель (ст. 6 Федерального закона от 24.07.2002 № 101-ФЗ, ред. от 29.12.2025) в отношении нерадивых собственников, развития института льготной аренды с последующим выкупом для тех, кто готов освоить землю, и целевой господдержки на культуртехнические работы и инфраструктуру для вновь вводимых земель [3-5].

Экономическая эффективность вовлечения в оборот неиспользуемых земель в Алтайском крае – не гипотетическая, а вполне просчитываемая и достижимая цель. Прямой экономический эффект от прироста валовой продукции исчисляется миллиардами рублей, социальный – сохранением жизнеспособности десятков сельских поселений. Несмотря на высокие первоначальные затраты, их окупаемость в среднесрочной перспективе (3-5 лет) доказана практикой передовых хозяйств края. Решение этой задачи требует комплексного подхода и партнерства государства, инвесторов и сельских сообществ. Реализация этого потенциала – это уверенный шаг к укреплению статуса Алтайского края как национального лидера в производстве качественного и экологически чистого продовольствия.

Список литературы

1. Миненко А.В., Селиверстов М.В. Инструменты достижения высокого уровня продуктивности мелиорируемых земель в Алтайском крае // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 1–1 (59). – С. 138–140.
2. Хорунжин М.Г., Миненко А.В. Современное состояние и проблемы мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Алтайском крае // Вектор экономики. – 2019. – № 4 (34). – С. 86.
3. О развитии сельского хозяйства в Алтайском крае: закон Алтайского края от 31.01.2018 № 2-ЗС: принят постановлением Алтайского краевого Законодательного Собрания от 26.01.2018 // Официальный интернет-портал правовой информации: сайт. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>.
4. О предоставлении субсидий на развитие семейных ферм в 2026 году: постановление Правительства Алтайского края от 23.06.2025 № 240 // Официальный сайт Правительства Алтайского края: сайт. – URL: <https://www.altairregion22.ru>.
5. Об обороте земель сельскохозяйственного назначения: Федеральный закон от 24.07.2002 № 101-ФЗ (ред. от 29.12.2025) // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»: сайт. – URL: <https://www.consultant.ru>.

<https://doi.org/10.26898/2026-168>
УДК 338.43:338.45(470)

ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОТ СЫРЬЕВОГО ЭКСПОРТА К СОЗДАНИЮ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ ДОБАВЛЕННЫХ СТОИМОСТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КЛАСТЕРОВ)

Миронова Д.А., студент

Научный руководитель – Кундиус В.А., д-р экон. наук, проф.

Алтайский государственный аграрный университет,

Барнаул, Россия

e-mail: dasmironova2604@mail.ru

Аннотация. Статья исследует потенциал трансформации роли сельского хозяйства России в национальном хозяйстве через развитие агропродовольственных кластеров. Актуальность работы обусловлена сохраняющейся зависимостью отечественного

агроэкспорта от вывоза сырья, что ограничивает его вклад в экономику. Целью является обоснование перехода от сырьевой модели к созданию межотраслевой добавленной стоимости как ключевого направления повышения эффективности АПК. На основе анализа статистики экспорта и теоретических основ кластерного подхода исследуются механизмы интеграции сельского хозяйства с перерабатывающей промышленностью, логистикой и смежными отраслями. Делается вывод, что формирование агропродовольственных кластеров способно обеспечить синергетический эффект: увеличить глубину переработки, создать новые высокотехнологичные рабочие места, стимулировать региональное развитие и усилить конкурентоспособность российской продукции на мировом рынке. Реализация этой модели требует скоординированных мер государственной поддержки, направленных на стимулирование кооперации и инвестиций в перерабатывающие мощности.

Ключевые слова: агропродовольственный кластер, сельское хозяйство России, межотраслевая добавленная стоимость, сырьевой экспорт, переработка сельскохозяйственной продукции

Доминирование сырьевой составляющей (зерно, масла) в агроэкспорте России ограничивает вклад АПК в экономику и создаёт уязвимость к конъюнктуре рынков. Решение проблемы видится в переходе к модели, основанной на создании добавленной стоимости внутри страны через агропродовольственные кластеры – территориальные объединения взаимосвязанных предприятий.

Цель исследования – теоретически обосновать и проанализировать потенциал агропродовольственных кластеров как механизма перехода от сырьевой экспортной модели к созданию межотраслевой добавленной стоимости в народном хозяйстве России.

Для её достижения решались следующие задачи:

- 1) анализ степени сырьевой ориентации российского агроэкспорта;
- 2) анализ экономической сущности и выгоды кластерного подхода в АПК;
- 3) оценка потенциального мультипликативного эффекта кластеризации;
- 4) формулировка практических рекомендаций по стимулированию кластерных инициатив.

Объект исследования – агропромышленный комплекс России.

Предмет исследования – экономические отношения и механизмы формирования добавленной стоимости в агропродовольственных кластерах.

Методологическую основу составили методы экономико-статистического, сравнительного и структурного анализа.

Структура российского агроэкспорта сохраняет архаичный характер: до 60% стоимости приходится на зерно и масла, тогда как доля продукции глубокой переработки (готовые пищевые продукты) не превышает 5%. Это приводит к уязвимости доходов к ценовым шокам, региональным диспропорциям и сдерживанию технологического развития [1].

Таким образом, ключевой проблемой является не объём экспорта, а его качество. Преодоление сырьевой зависимости требует перехода к модели, основанной на углублении переработки и создании комплексных продуктовых цепочек внутри страны.

Кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определённой сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняемостью. В контексте АПК кластер объединяет сельхозпроизводителей, перерабатывающие предприятия, логистические и дистрибьюторские компании, научно-исследовательские институты, поставщиков техники и услуг. Экономическая сущность подхода – в генерации синергии за счёт снижения транзакционных издержек, ускорения инноваций и создания специализированных компетенций.

Для России кластерный подход является инструментом решения проблемы «кооперационного разрыва» между мелкими производителями сырья и крупными переработчиками, создавая институциональную платформу для доверительного взаимодействия и совместных инвестиций в перерабатывающие мощности [2].

Развитие кластеров оказывает комплексное воздействие на смежные отрасли, стимулируя спрос на машиностроение, логистику, научные и финансовые услуги, и регион в целом: создание рабочих мест (мультипликатор до 1:7), увеличение налоговой базы, диверсификация экономики и развитие инфраструктуры. Кластер выступает драйвером комплексного территориального развития [3].

Таким образом, кластер выступает не как точечный производственный проект, а как драйвер комплексного территориального развития.

Стимулирование кластерных инициатив в агропромышленном секторе требует комплексного подхода.

Практические рекомендации, которые могут способствовать успешному развитию кластеров:

1. Разработка и реализация кластерной стратегии на региональном уровне. Необходимо создать чёткий план развития кластера, учитывающий специфику региона, его ресурсы, потребности рынка и потенциал участников. Стратегия должна включать цели, механизмы координации, меры поддержки и критерии оценки эффективности. Важно интегрировать кластерный подход в региональные программы социально-экономического развития, включая проекты по развитию транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры.

2. Государственная поддержка. Использовать механизмы финансовой поддержки, такие как субсидии из федерального и регионального бюджетов на развитие инфраструктуры, совместные проекты участников кластера, переподготовку кадров, участие в выставках и конференциях. Можно применять инструменты особых экономических зон, технопарков, программ поддержки малого и среднего бизнеса.

3. Создание специализированной организации для сопровождения кластера. Такая организация может заниматься стратегическим планированием, координацией взаимодействия участников, информационным обеспечением, методической и экспертной поддержкой. Она станет ключевым звеном в управлении кластером и его развитии.

4. Развитие инфраструктуры. Инвестировать в транспортную, логистическую, инженерную и социальную инфраструктуру, необходимую для функционирования кластера.

5. Стимулирование кооперации и субконтрактации. Поощрять сотрудничество между предприятиями кластера, в том числе через механизмы субконтрактации, когда крупные предприятия передают часть заказов малым и средним предприятиям. Это повысит эффективность производства и создаст новые рабочие места.

6. Поддержка инноваций и научно-технического развития. Содействовать сотрудничеству кластера с научно-исследовательскими институтами и образовательными учреждениями. Финансировать совместные проекты по разработке новых технологий, опытно-конструкторские работы, внедрение цифровых решений в агропромышленном комплексе.

7. Подготовка и переподготовка кадров. Реализовывать программы повышения квалификации для работников кластера, включая стажировки в ведущих компаниях и за рубежом. Координировать государственный заказ на подготовку специалистов в учебных заведениях с потребностями кластера [3].

8. Развитие экспортного потенциала. Помогать предприятиям кластера выходить на международные рынки через организацию участия в зарубежных выставках, ярмарках, предоставление информации о зарубежных рынках, содействие в получении сертификатов соответствия международным стандартам.

9. Создание информационной системы кластера. Разработать платформу для обмена данными, ресурсами и лучшими практиками между участниками кластера.

10. Мониторинг и оценка эффективности. Внедрить систему показателей для оценки результативности кластерных проектов и политики в целом. Это позволит своевременно корректировать стратегию и распределять ресурсы наиболее эффективно.

11. Укрепление межрегиональных и международных связей. Содействовать сотрудничеству между кластерами разных регионов и стран, обмену опытом, технологиям и ресурсам.

При реализации этих мер важно обеспечить координацию между федеральными, региональными и местными органами власти, бизнесом, научными и образовательными учреждениями. Это поможет минимизировать риски неэффективной реализации кластерной политики и максимально использовать потенциал кластеров для развития агропромышленного сектора и региональной экономики.

Проведённое исследование подтвердило, что преодоление сырьевой зависимости российского АПК и трансформация его роли в народном хозяйстве требуют перехода от модели изолированных предприятий к модели интеграции в рамках агропродовольственных кластеров.

Реализация кластерного подхода позволяет решить ключевую задачу – создать внутри страны законченные цепочки добавленной стоимости, где сельскохозяйственное сырьё последовательно трансформируется в конечный, конкурентоспособный продукт. Это не только увеличивает доходность сектора, но и запускает мультипликативные процессы развития в машиностроении, логистике, науке и сфере услуг.

Основными условиями успеха являются отказ от формального создания кластеров в пользу поддержки инициатив бизнеса и регионов, а также переориентация государственной политики с субсидирования на создание институтов развития и инфраструктуры для кооперации. В этом случае агропромышленный комплекс России сможет реализовать свой стратегический потенциал, став не только гарантом продовольственной безопасности, но и драйвером технологической модернизации и сбалансированного развития регионов.

Список литературы

1. Какую продукцию АПК экспортирует Россия // Своё фермерство: сайт. – URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/nash-tovar-vash-kupec-kakuju-produkciju-apk-jeksportiruet-rossija>.
2. Погодаева И.В. Кластерный подход к развитию агропромышленного комплекса // Пространство экономики. – 2009. – № 1-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klasterный-podhod-k-razvitiyu-agropromyshlennogo-kompleksa>.
3. Миронова Д.А. Развитие системы непрерывного агрообразования как фактор формирования кадрового потенциала АПК Алтайского края // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. X Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 4–5 дек. 2025 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 1217-1220.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Нечаев Д.В., аспирант

Научный руководитель – Ванчикова Е.Н., д-р экон. наук, проф.

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова,
Улан-Удэ, Россия
e-mail: stein2020@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается опыт оценки и управления устойчивым развитием сельских территорий на примере зарубежных практик. Представлен обзор существующих моделей измерения устойчивости в контексте государственных программ Китайской Народной Республики и Республики Беларусь, а также существующих подходов к оценке в научной литературе.

Ключевые слова: устойчивое развитие, сельские территории, интегральный индекс, сельское хозяйство, региональная политика, аграрная статистика

Введение. В последнее десятилетие в международной практике складывается тенденция к формированию системного подхода к оценке развития сфер жизни общества. Так, для их оценки зачастую применяют индексный подход, который позволяет охватить многомерность процессов развития, производить более сложные количественные и качественные измерения. Такой подход к оценке устойчивого развития сельских территорий не является исключением.

Результаты и обсуждение. В Китайской Народной Республике (далее – Китай), в частности, разработана государственная система оценки уровня устойчивого развития сельских районов, в которой значения интегрального индекса строятся из комплекса показателей, отражающих экономические результаты, социальное благополучие и технологическое развитие, а также особенности природно-географических условий. Такой подход основан исходя из существенных проблем – снижение численности и старение сельского населения, территориальная фрагментация аграрного производства, инфраструктурная отсталость и разрыв между экономическим ростом и качеством жизни на селе. Данная системная политика «возрождения села» (Rural Revitalization Strategy) [1], официально закреплена в документах ЦК КПК и Государственного совета КНР и основывается на поддержке сельского хозяйства, а также комплексном измерении устойчивости сельских территорий с помощью формирования соответствующих индексов, призванных оценить результативность государственной политики в пространственном разрезе.

В Китае устойчивость сельских территорий трактуется как способность сельского пространства одновременно обеспечивать экономическое развитие, социальное благополучие населения и долгосрочную воспроизводимость природных ресурсов. Именно поэтому в основу индекса закладываются показатели сельскохозяйственного производства, параметры занятости, доходов, доступа к услугам, инфраструктуры, образования, медицинского обеспечения и экологической нагрузки.

Параллельно с этим существуют научные исследования, в рамках которых предлагаются и другие способы оценки. Так, в работе Дж. Ши, К. Яна была предложена интегральная система оценки устойчивого развития сельских районов Китая, основывающаяся на пяти ключевых измерениях:

- 1) Промышленное процветание (Industrial prosperity);

- 2) Экологическая пригодность для жизни (Ecological livability);
- 3) Сельская культура (Rural civilization);
- 4) Эффективность управления (Effective governance);
- 5) Уровень благосостояния населения (Arich life).

Авторы отмечают, что именно такая структура индекса позволяет наиболее полно оценить степень трансформации экономического роста в устойчивое развитие сельской местности». Он рассчитывается на основе системы из более чем 30 частных индикаторов с использованием так называемого энтропийного метода взвешивания [2].

В ряде других исследований используется близкий по логике Индекс устойчивого развития сельских районов (Rural Sustainable Development Index, RSDI), который объединяет в себе показатели производственного потенциала, социальной инфраструктуры, природных условий и качества управления. Так, для провинций была построена система оценки устойчивого развития сельских территорий с использованием энтропийного метода и аналитического иерархического процесса [3].

Особое внимание в данном направлении уделяется связи между развитием сельского хозяйства и социальными эффектами. Для этого используется система так называемых коэффициентов согласованности, которые показывают, насколько синхронно развиваются экономическая, социальная и экологическая подсистемы сельских территорий [4]. Высокое значение коэффициента в данном контексте будет означать, что рост сельского хозяйства действительно способствует развитию села.

На основе индексов, используемых на государственном уровне в Китае, применяется механизм территориальной дифференциации поддержки. Территории с высоким значением показателей получают приоритет для получения инвестиций в переработку, агробизнес и логистику, а территории с низким их значением включаются в специальные программы социальной и инфраструктурной поддержки. В таких условиях механизм обеспечивает максимальную эффективность стратегии, при которой субсидии взаимосвязаны с инвестициями в дороги, жильё, образование и медицинское обслуживание.

В отличие от Китая, где интегральный индекс на государственном уровне используется в целях мониторинга сельских территорий, в Республике Беларусь сформировалась институционально закреплённая модель устойчивого развития сельских территорий, реализуемая через государственную политику комплексного развития села. Ключевым элементом данной модели стала программа создания и развития агрогородков, которая по факту представляет собой прикладную форму управления сельским развитием.

Программа агрогородков, начатая в середине 2005 г. и завершённая в 2022 г., была ориентирована на решение проблем рассеянной системы расселения, отсутствия социальной привлекательности хозяйств, плохо развитой инфраструктуры и оттока сельского населения. Государство сделало упор на пространственное развитие территорий, в рамках которого агрогородок представлял собой опорный сельский центр, в который переносились школы, амбулатории, дома культуры, обеспечивалась транспортная доступность и т.д. Сегодня агрогородки, или так называемые «поселения инновационного типа» продолжают оставаться актуальным инструментом управления развитием сельских территорий в Беларуси [5].

С научной точки зрения такую модель можно интерпретировать как косвенный инструмент интегральной оценки развития села, при котором необходимость внедрения соответствующих мероприятий оценивалась бы по совокупности социально-экономических характеристик.

В целом опыт Республики Беларусь представляет особый интерес в контексте исследования взаимосвязи развития сельского хозяйства и устойчивого развития сельских территорий, поскольку белорусская модель аграрно-территориального развития формировалась в условиях высокой роли государства в данном процессе, значительной доли сельского населения и тесной институциональной увязки сельского хозяйства с социальной инфраструктурой села.

В научной литературе интегральный подход к оценке социально-экономического развития находит развитие в работе А.И. Короткевич, в которой предлагается методика агрегированной оценки эффективности функционирования национальной экономической системы Республики Беларусь с позиции домашних хозяйств. В основе подхода лежит формирование интегрального показателя на базе системы частных индикаторов, отражающих уровень и структуру доходов населения, параметры потребления, доступность социальных услуг и характеристики среды проживания. Тем самым интегральная оценка ориентируется на конечные социально-экономические результаты развития, воспринимаемые населением на уровне повседневной жизнедеятельности. Использование подобного индексного инструментария позволяет выявлять скрытые социальные и территориальные диспропорции, а также оценивать результативность экономической политики с точки зрения устойчивости воспроизводства человеческих ресурсов и качества жизни домашних хозяйств. Представленный подход методологически близок к территориально ориентированным моделям устойчивого развития, поскольку обеспечивает комплексный учёт экономических и социальных факторов и может быть адаптирован для анализа устойчивости развития сельских территорий [6].

На основе приведенных в исследовании примеров, можно утверждать, что различия между китайским и белорусским подходами на государственном уровне имеют существенное различие в плане оценки уровня развития сельских территорий. Если в Китае интегральная оценка является довольно значимым инструментом, интегрированным в систему государственной стратегии, то в Беларуси программа опиралась лишь на инфраструктурные проекты и административное планирование, не вырабатывая сопоставимых индексных систем.

Заключение. В заключение отметим, что методологически строгие и количественно обоснованные подходы, используемые на практике в рассмотренных странах, могли бы стать потенциально эффективным практическим инструментом для совершенствования оценки устойчивости сельских территорий в регионах России. Как идея, создание сельских территорий инновационного типа, а также индексный подход к оценке их устойчивости, в действительности могут быть целесообразным решением для реализации планирования комплексного развития сельских территорий в России в будущем.

Список литературы

1. Государственный совет Китайской Народной Республики. Стратегия возрождения сельских районов 2018-2022 = State Council of the People's Republic of China. Rural Revitalization Strategy (2018-2022). - Beijing, 2018. - URL: https://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/201802/04/content_281476026670482.htm.
2. Ши Дж., Ян К. Измерение уровня возрождения сельских районов и региональных различий в Китае = Measuring rural revitalization level and regional differences in China // Journal of Rural Studies. - 2021. - Vol. 82. - P. 12–24. - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11063445/>.
3. Цюй С., Чжан И., Ли Ч. Достаточно ли стратегия возрождения сельских территорий в Китае? Пространственная агломерация и кластерный анализ = Is China's rural revitalization good enough? Evidence from spatial agglomeration and cluster analysis // Sustainability. - 2024. - Vol. 16. - No. 11. - Art. 4574. - URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/11/4574>.
4. Чиа А., Юн К., Чжень К., Вэн К., Лиан К., Юн И. Многомерная оценка жизнеспособности сельских традиционных деревень в контексте устойчивого возрождения = Towards sustainable rural revitalization: a multidimensional evaluation of rural vitality in China's traditional villages // Sustainability. - 2024. - Vol. 16. - No. 13. - Art. 5408. - URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/13/5408>.

5. Лылов А.С. Агродорожок как фактор повышения привлекательности и конкурентоспособности сельской территории: из опыта Республики Беларусь // Международный правовой курьер. - 2025. - URL: <https://inter-legal.ru/agrogorodok-kak-faktor-povysheniya-privlekatelnosti-i-konkurentnosposobnosti-selskoj-territorii-iz-opyta-respubliki-belarus>.
6. Короткевич А.И. Интегральная оценка эффективности развития национальной экономической системы Республики Беларусь с позиции домашних хозяйств // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D: Экономические и юридические науки. - 2022. - № 5. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integralnaya-otsenka-effektivnosti-razvitiya-natsionalnoy-ekonomicheskoy-sistemy-respubliki-belarus-s-pozitsii-domashnih-hozyaystv>.

<https://doi.org/10.26898/2026-170>
УДК 631.1:635

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ОВОЩЕЙ В РЕГИОНЕ

Ожогова О.В., канд. экон. наук, доцент

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: ozhogova@yandex.ru

Аннотация. Обеспечение населения региона овощной продукцией – это одна из важнейших задач. Полезная, качественная овощная продукция необходима для поддержания здоровья человека, обеспечения его необходимыми витаминами, минералами, клетчаткой и др. Предметом исследования являлась совокупность организационно-экономических отношений при производстве и потреблении овощной продукции. В статье сделан анализ производства и потребления овощей в Сибирском федеральном округе. Потребление овощной продукции жителями региона значительно меньше рациональных норм потребления, для решения данной проблемы необходимо усилить пропаганду правильного питания, обеспечить экономическую и физическую доступность овощной продукции по доступной цене. Автор предлагает мероприятия для увеличения товарного производства и переработки овощей, совершенствования инфраструктуры рынка овощей, что позволит улучшить обеспеченность региона овощной продукцией.

Ключевые слова: потребление и производство овощей, товарное производство, потери, продовольственная безопасность, овощной рынок региона

Российскими учеными рассматривались вопросы эффективности производства овощей и направлений рационального размещения и специализации сельского хозяйства РФ [1-3].

В своих трудах отмечали важность достижения самообеспеченности регионов страны и оптимизацию потребления овощной продукции: А.И. Алтухов, В.Г. Ларионов, М.С. Петухова, Е.В. Рудой, Л.П. Силаева, А.Т. Стадник, С.А. Шелковников, И.Ю. Чазова и др. [3-6].

В Сибирском федеральном округе наибольшие посевные площади овощей в Алтайском и Красноярском краях, Омской, Новосибирской, и Кемеровской областях (см. таблицу).

Посевные площади овощей в регионах Сибирского федерального округа, тыс. га

Регион	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Сибирский федеральный округ	33,2	31,8	29,8	29,6	28,5
Республика Алтай	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Республика Тыва	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Республика Хакасия	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
Алтайский край	6,2	5,9	5,7	5,6	5,7
Красноярский край	5,8	5,6	5,1	5,2	5,1
Иркутская область	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3
Кемеровская область	4,7	4,4	3,9	3,7	3,2
Новосибирская область	4,3	4,0	3,7	3,6	3,5
Омская область	4,7	4,4	4,3	4,3	4,2
Томская область	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6

Источник: составлено по материалам Федеральной службы государственной статистики (<https://rosstat.gov.ru>).

Площадь под овощами в Алтайском и Красноярском краях, Омской, Новосибирской и Кемеровской областях вместе взятых составляет около 75-80 % от общей площади посевной в Сибирском федеральном округе. В структуре посевных площадей 11 % приходится на сельскохозяйственные организации, 16 % на фермерские хозяйства и 73 % на хозяйства населения. За последние 5 лет уменьшилась посевная площадь в регионах Сибирского федерального округа на 14 %. На данное снижение посевных площадей под овощными культурами повлияло увеличение выращивания менее трудоемких зерновых культур сельскохозяйственными организациями, а с другой стороны, с уменьшением желающих заниматься личным подсобным хозяйством населения.

Наблюдается снижение валового сбора овощей Сибирскому федеральному округу на 7%. На снижение валового сбора повлияло снижение посевных площадей и урожайности.

Направлением увеличения товарной продукции иностранными учеными рассматривается возможность реализации так называемых «уродливых овощей», т.е. тех, которые не отличаются эстетически приятными по внешнему виду, некондиция. Б. Хезарханн, Г. Демирель, Я. Бушери, М. Дора отмечают, что традиция маркетинга продаж только эстетически приятных овощей розничными торговцами способствует потерям продовольствия из-за «уродливых овощей». В своей работе они предлагают продажу таких овощей и фруктов вместо того, чтобы выбраковывать их. Это будет способствовать сокращению потерь продовольствия [7].

В мире третья часть всех произведенных продуктов выбрасывается впустую или теряется. Сокращение вдвое глобальных потерь и порчи продовольствия к 2050 году позволит сократить: выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве на 5 %, использование воды на 13 %. Поэтому финансовые последствия пищевых отходов, наряду с их воздействием на окружающую среду делают актуальной борьбу с пищевыми отходами. Наибольшая количественная доля приходится на овощи. Оценки показывают, что можно избежать до 80% пищевых отходов в Европе, например, предлагая съедобные, деформированные продукты, которые часто выбрасываются розничными торговцами.

Возможности и экономическую целесообразность реализации деформированных овощей и фруктов, в частности томатов, рассматривают в своей работе И. Вермейр, Д.К. Петреску, Р.М. Петреску-Маг. Исследователи, изучающие опыт Румынии, отмечают, что потребители купят с большей вероятностью такие овощи и фрукты на фермерских рынках, а опыт Великобритании, что в супермаркетах, специализирующихся на продаже органической продукции [8].

В своей работе Мари Л. Спайнер, Дж. Веллинг, Д. Хертенштейн, С. Мишра отмечают, что просто увеличение производства овощей без совершенствования инфраструктуры рынка, координации производственно-сбытовых взаимоотношений могут усугубить потери в цепи поставок овощей. Большая часть потерь происходит в оптовой торговле [9].

Проанализировав потребление овощной продукции видно, что во всех субъектах Сибирского федерального округа оно ниже рациональных норм, в среднем по округу в 2024 году потреблялось 94 кг на душу населения, что на 33 % ниже рациональной нормы потребления.

Чтобы обеспечить потребление полезной овощной продукции необходимо усилить пропаганду здорового образа жизни и правильного питания с целью увеличения потребления овощей до необходимого уровня. С другой стороны, важны экономическая и физическая доступность продовольствия. Для физической доступности овощей и импортозамещения необходимо увеличить объемы их производства местными сельхозтоваропроизводителями, преимущественно крупными сельскохозяйственными организациями, гарантирующих выращивание товарных овощей, немаловажное значение имеет и совершенствование инфраструктуры рынка овощей и снижение потерь. На экономическую доступность влияют размеры дохода населения, доступные цены на овощную продукцию, ее доступность в необходимом объеме и ассортименте.

Необходимо увеличить производство районированных сортов овощей открытого грунта и увеличить ассортимент овощей и зеленных культур, выращиваемых в тепличных комбинатах. Заслуживает внимание и производство овощей в сити-фермах.

Данное исследование определяет необходимость изучения передового опыта в части изучения применения новых инновационных ресурсосберегающих технологий в овощеводстве. Важно изучение возможностей рационального размещения производства продукции овощеводства и зональной специализации в регионе. Зональное разделение дает возможность производить овощную продукцию на определенной территории более дешевую и качественную относительно других территорий, при равных возможностях.

Важно продолжить исследование для накопления эмпирической базы, обсудить в научном сообществе возможности дальнейшего совершенствования производства и распределения овощной продукции.

Список литературы

1. Алтухов А.И., Папцов А.Г., Шутьков А.А. и др. Основные направления размещения и специализации сельского хозяйства России. – М., 2020. – 348 с.
2. Петухова М.С., Андронов А.Ю. Овощеводство защищенного грунта Новосибирской области в контексте глобальных вызовов // Экономика сельского хозяйства России. - 2021. - № 6. - С. 60-64. DOI: 10.32651/216-60.
3. Приоритетное развитие овощеводства – важнейшей составляющей продовольственной безопасности России / под общ. ред. В.Г. Ларионова. – М., 2021. – 238 с.
4. Пути эффективного развития АПК как важной составляющей продовольственной безопасности России / под общ. ред. В.Г. Ларионова. – М., 2022. – 402 с.
5. Ожогова О.В., Стадник А.Т. Некоторые аспекты устойчивого развития овощеводства и картофелеводства в сибирских регионах // АПК: экономика, управление. - 2021. - № 6. - С. 62-70. DOI: 10.33305/216-62.
6. Ожогова О.В., Чернова С.Г. Факторы, влияющие на самообеспеченность региона овощной продукцией // Экономика сельского хозяйства России. - 2022. - № 8. - С. 55-61. DOI: 10.32651/228-55.
7. Hezarkhani B., Demirel G., Boucheryc Y., Dora M. Can “ugly veg” supply chains reduce food loss // European Journal of Operational Research. - 2023. - Vol. 309. – P. 117–132. DOI: 10.1016/j.ejor.2023.01.033.
8. Vermeir I., Petrescu D.C., Petrescu-Mag R.M. What are the “shape friendly” locations to sell misshapen tomatoes? The effect of point of purchase on consumers’ abnormality perception and probability to buy // Food Quality and Preference. 2023. – Vol. 106. P. 104809. DOI: 10.1016/j.foodqual.2023.104809.

9. Spiker M.L., Welling J., Hertenstein D., Mishra S., Mishra K., Hurley K.M., Neff Roni A., Fanzo J., Lee Bruce Y. When increasing vegetable production may worsen food availability gaps: A simulation model in India // Food Policy. - 2023. - Vol. 116. - P. 102416. DOI: 10.1016/j.foodpol.2023.102416.

<https://doi.org/10.26898/2026-171>
УДК 004.89:631.1

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АССИСТЕНТОВ В УПРАВЛЕНИЕ АГРОХОЛДИНГАМИ: ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ

**Петрягин Д.С., лаборант-исследователь,
Гриценко Г.М., д-р экон. наук, проф.**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: Meedaz@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются экономические и технологические предпосылки внедрения больших языковых моделей (LLM) в систему управления крупными агропромышленными холдингами. Проведен компаративный анализ успешных международных кейсов использования AI-ассистентов в агробизнесе. Определены целевые задачи для LLM, направленные на преодоление информационной фрагментации и реализацию предиктивной аналитики.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, большая языковая модель (LLM), AI-ассистент в агробизнесе, агрохолдинг, производительность труда управленческого персонала

Введение. В сложившейся макроэкономической ситуации, снижающей эффективность деятельности товаропроизводителей, у них есть только одна возможность обеспечить себе расширенное воспроизводство – активизация внутренних ресурсов за счет автоматизации труда, в том числе труда управленческого персонала. Цифровые технологии, используемые аграрным бизнесом сегодня, разрознены и по направлениям использования и базовому программному обеспечению, что снижает общую эффективность их применения. Поэтому целью исследования является обоснование необходимости и направлений поэтапного внедрения AI-решений в процессы управления крупными и средними аграрными предприятиями и объединениями.

Результаты исследования. Цифровизация для аграрной экономической науки является трендовой темой, которую не обходит фактически ни один исследователь. Однако практическое применение цифровых решений доступно для крупного бизнеса (агрохолдингов) и среднего (сельскохозяйственных предприятий промышленного типа – свинокомплексов, птицефабрик, крупных молочно-товарных ферм).

Следует отметить, что роль крупного бизнеса особенно важна в рамках исследуемой темы, так как он, обладая финансовыми ресурсами, является основным исполнителем всех наиболее значимых инвестиционных проектов, и не только в аграрном секторе, именно крупный бизнес реализует социально значимые программы на территории региона, создает новые рабочие места и именно в крупных аграрных холдингах, таких как __, разрабатываются отраслевые цифровые решения (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые агрохолдинги, самостоятельно разработавшие отраслевые цифровые решения*

Название агрохолдинга	Созданное цифровое решение
«АгроТерра»	Модель, которая на основании данных о полях, агрономических предпосылок и вводных от бизнеса позволяет сформировать структуру посевных площадей, максимизирующую общую маржинальность
«СТЕПЬ»	Цифровые инструменты на всех этапах сельхозпроизводства (от планирования севооборота до сбора и учёта урожая) и развивает цифровую экосистему, которая регулярно пополняется как собственными разработками, так и созданными в партнёрстве с российскими IT-компаниями
«Русское поле»	Система для оперативного управления выращиванием птицы «Цыпа Моя»
«Лазаревское»	Систему бесконтактного взвешивания свиней, которая оценивает длину и обхват туловища под грудиной животного, его упитанность. В автоматическом режиме отслеживаются параметры здоровья животных

*Составлено на основе данных из открытых источников.

Именно для них сторонними организациями разработаны комплексные цифровые решения, позволяющие контролировать сложные бизнес-процессы (табл. 2).

Таблица 2

Отдельные комплексные цифровые решения, используемые крупными и средними аграрными предприятиями*

Название цифрового решения	Направления использования
«1С:ERP Агропромышленный комплекс»	Автоматизация управления в растениеводстве, молочном скотоводстве, свиноводстве
«АгроМон»	Планирование полевых работ, управление ими, мониторинг состояния посевов, интеграция с метеостанциями и системами GPS-мониторинга
«Агроаналитика»	Обработка данных более чем по 30 параметрам, формирование аналитики для оперативного и годового планирования, в т.ч. финансового
«1С:ERP Управление птицеводческим предприятием 2»; «1С:Птицеводство. Модуль для 1С:ERP»	Автоматизация оперативного и регламентированного на всех уровнях: от учёта поголовья по головам и весу, отслеживания партий выращивания и инкубационных процессов до сбора яиц, переработки мяса и точного расчёта себестоимости продукции

*Составлено на основе данных из открытых источников.

В частности, «1С:ERP Агропромышленный комплекс», «1С:ERP Агропромышленный комплекс 2» и «1С:Агропромышленный комплекс. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА» разработали фирма «1С2 и «Черноземье ИНТЕКО», программу «АгроМон» - компания «АГРО Софтвр», программу «Агроаналитика» - компания SmartAGRO, программу «1С:ERP Управление птицеводческим предприятием 2» - компания «1С-Парус», программу «1С:Птицеводство. Модуль для 1С:ERP» - компания «Первый Бит», программу для средних предприятий «ERP-система «Кондуктор»» - компания «F5».

Однако все эти решения имеют ограниченный диапазон возможностей и не позволяют руководителю предприятия или работнику управленческого звена формировать решения в условиях быстро меняющейся макроэкономической среды и рыночной ситуации.

Существует целый ряд внешних и внутренних предпосылок, формирующих запрос крупного и среднего бизнеса на применение более совершенных цифровых решений:

- снижение рентабельности производства, связанное с постоянным ростом цен на ресурсы и услуги сторонних организаций, в том числе на удобрения, ГСМ, энергоресурсы [3]. Например, в Алтайском крае рост затрат превысил темпы роста выручки почти в 2 раза (табл. 3);

- необходимость поиска внутренних ресурсов для повышения производительности труда, в том числе управленческого персонала, что предполагает его автоматизацию – внедрения роботизированных аппаратов, цифровых решений, которые надо контролировать и обслуживать. Наиболее распространенными из них являются системы точного земледелия, цифровые двойники полей, системы мониторинга состояния стада, системы автопилотирования сельскохозяйственной техники и др.;

- информационная разобщенность указанных цифровых решений, часто написанных разными языками программирования, не позволяющая формировать консолидированные отчеты и ограничивающая возможности традиционного прогнозирования.

Таблица 3

Экономические индикаторы развития АПК Алтайского края*

Показатель	2023 г.	2024 г.	Динамика, %
Индекс производства продукции сельского хозяйства	105,8	104	+4,2
Выручка от реализации продукции, млн руб.	198,5	215	+8,4
Затраты на производство и реализацию, млн руб.	178,3	195	+15,7
Сальдированный финансовый результат (прибыль - убыток), млн руб.	20,2	18	-1,8

*Составлено по [6, 7].

Мировые лидеры аграрного рынка находятся в более благоприятных условиях ведения бизнеса, их продукция более конкурентоспособна по цене, а прибыль выше, чем у российских предпринимателей, поэтому они имеют больше возможностей приобретать более совершенные решения, способные активно интегрировать функционально близкие технологии с помощью LLM в нейросеть и в повседневной практике использовать AI-ассистентов на всех уровнях системы управления. Такие решения обеспечивают прирост эффективности производства, оптимизацию товародвижения и снижений логистических издержек (табл. 4).

Таблица 4

Примеры внедрения продвинутых аналитических систем в зарубежных агрохолдингах*

Компания/страна	Технология/название	Ключевая функция	Достижимый эффект
Bayer (Германия)	Цифровая платформа Climate Field View™	Анализ данных с полей, предиктивная аналитика для растениеводства	Повышение урожайности на 5-10%, оптимизация расхода удобрений и СЗР
Cargill (США)	Системы предиктивной аналитики на базе ИИ	Прогнозирование спроса, оптимизация логистики и рецептур кормов	Снижение логистических издержек, повышение точности планирования
GROUPE COOPERATIF AGRICOLE (Франция)	Централизованные платформы data science	Консолидация данных от тысяч фермеров, прогнозирование объемов	Оптимизация цепочек сбора и переработки, рост доходности членов кооператива

*Составлено по [2].

Интеграция существующих решений с языковой моделью LLM и нейросетью GigaChat способны существенно повысить производительности труда специалистов за счет создания интеллектуального аналитического контура, позволяющего решать сложные задачи по простым запросам:

- автоматизировать консолидированную отчетность путем генерации сводок по запросу: «Сравни динамику себестоимости 1 ц молока по фермам за квартал»;

- разработать сценарную модель при анализе чувствительности показателей к изменениям рынка по запросу: «Как повлияет рост цены на комбикорм на 15% на маржу?»;

- провести мониторинг парсером и анализ нейросетью при создании статистики закупок в настоящем времени по запросу: «Где сделать массовую закупку _____ товара по наименьшей цене и с кратчайшими сроками доставки поставщиком. Укажи источники информации»;

- принимать решения с условиях сложной оперативной ситуации. Например, логист может поставить перед системой задачу: «Создай оптимальный график забора молока с наших ферм на завтра, учитывая его текущие запасы на местах и закрытую на ремонт дорогу от ___ до ___». На основе актуальных данных, с одной стороны, о наличии запасов молока в подразделениях холдинга по внутренней информационной системе, с другой, о пропускной способности указанного участка дороги по информации, сформированной на основе данных, взятых из социальных сетей и открытых сайтов, нейросеть автоматически построит эффективный маршрут для автоцистерн, избавляя специалиста от многочасовых выяснений дорожной ситуации и ручных расчетов маршрутов.

В силу разрозненности используемых цифровых решений и высокой стоимости их интеграции с AI-решениями даже агрохолдингам, и тем более средним предприятиям следует внедрять LLM в процесс подготовки ежедневных решений поэтапно, обеспечивая выполнение наиболее значимых функций.

При этом следует отметить, что агрохолдингам необходимы кадры, способные работать в нейросетях. Вероятно, сами холдинги имеют такие кадры и способны оплатить их подготовку. Но, на наш взгляд, они должны стать драйверами цифровизации и продвижения цифровых знаний в АПК своих регионах, работая в тесной связи с местными аграрными вузами.

Заключение. Использование искусственного интеллекта значительно повышает производительность труда управленческого персонала и, как показывает зарубежный опыт, эффективность деятельности предприятий в целом. Однако его интеграция с разрозненными цифровыми решениями, которые сегодня используются в аграрном секторе, достаточно дорогостояща при условии самостоятельной реализации и доступна только агрохолдингам. Поэтому они должны стать драйверами цифровизации и цифровых знаний в своих регионах, работая в тесной связи с местными аграрными вузами.

Список литературы

1. Баранов В.С., Гончаров В.В. Управление производительностью труда в сельскохозяйственных организациях: теория и практика. - М., 2021. - 156 с.
2. Киселев С.В., Тихонов А.И. Цифровые платформы в сельском хозяйстве: мировой опыт и российские перспективы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. - 2021. - № 12 (77). - С. 45-53.
3. Петриков А.В. Производительность труда в АПК: новые вызовы и возможности цифровизации // АПК: Экономика, управление. - 2022. - № 7. - С. 31-40.
4. Романенко И.А., Тихонов А.И. Методологические подходы к оценке эффективности цифровых решений в АПК // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2023. - № 2. - С. 14-22.
5. Индекс производства продукции сельского хозяйства по субъектам Российской Федерации. 2023 [Электронный ресурс]. - URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13233>.
6. Индексы цен производителей промышленных товаров. 2023 [Электронный ресурс]. - URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ind_cen_proizv.html.
7. Основные показатели сельского хозяйства в Алтайском крае. 2022: стат. сб. / Территориальный орган ФСГС по Алтайскому краю. - Барнаул, 2023. - URL: https://akstat.gks.ru/storage/mediabank/CX_2022.pdf.
8. Шайкин В.В., Кучеров А.В. Нейросетевые технологии в прогнозировании экономических показателей агропредприятий // Вестник аграрной науки. - 2023. - № 1 (94). - С. 124-131.
9. Smith M.J., Claassen M. The impact of predictive analytics on farm management decision-making: evidence from North America // Agricultural Systems. - 2021. - Vol. 193. - P. 103207. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103207.

10. Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. Smart farming is key to developing sustainable agriculture // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2017. - Vol. 114 (24). - P. 6148–6150. DOI: 10.1073/pnas.1707462114.

<https://doi.org/10.26898/2026-172>
УДК 338.43

ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СКОТОВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

**Плотников С.Н., соискатель,
Кузнецова И.Г., д-р экон. наук, доцент, проф.**
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: plotnikovsn@mail.ru; olya.kuzn@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности землепользования в сельском хозяйстве Республики Саха (Якутия), где развитие скотоводства напрямую увязано с использованием сенокосных угодий и пастбищ различными категориями хозяйств. Приведены исторические причины неэффективного использования земель для нужд скотоводства, указаны предложения по наращиванию кормовой базы за счет консолидации усилий разрозненных пользователей сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: скотоводство, сенокосные угодья, мелиорация, личные подсобные хозяйства, землепользование

Скотоводство занимает 45 % валовой продукции сельского хозяйства Якутии, при этом современный породный состав скота является помесным, не адаптированным к природно-климатическим условиям Крайнего Севера. В 1930-х гг. аборигенная порода якутского скота при интенсивном кормлении давала не более 1,5 т молока в год на 1 дойную корову при среднем уровне менее 600 кг в год [1]. Поэтому с конца 1930-х гг. началась массовая метизация местного скота с холмогорской и симментальской породами с более высокими удоями молока (в 2-3 раза), но это потребовало роста издержек на их содержание (зимний стойловый период продлился от 5 до 7 месяцев, расход кормов увеличен в 2 раза).

Замещение основной породы скота в Якутии позволило за 50 лет (с 1940 по 1990 г.) увеличить валовой надой молока в 3,3 раза от 80 до 267 тыс. т при росте поголовья скота всего на 30 % от 314 до 409 тыс. голов [5]. Но это было достигнуто ценой огромных вложений в создание мелиоративного комплекса после тяжелых засух середины XX в., когда образовался хронический дефицит кормов для помесного скота. К концу 1980-х гг. площадь систем лиманного орошения и осушительных систем в сенокосных угодьях достигла 79 тыс. га, где урожайность заготовки сена возрастала в 2-3 раза (от 10 до 20-30 ц/га) [4].

В начале 1990-х гг. были приняты региональные акты о земельной и аграрной реформе, согласно которым земельные наделы ликвидируемых совхозов бесплатно передавались в пользование бывшим работникам совхозов для ведения частного сельхозпроизводства. Буквально за 3 года (к 1994 г.) количество крестьянских хозяйств превысило 3 тыс. ед., численность личных подсобных хозяйств - 166 тыс. ед. [2]. При этом мелиоративные объекты остались в региональной собственности, что привело к патовой ситуации:

- мелиоративные мероприятия проводятся региональным оператором на площади всего 16 тыс. га из 94 тыс. га проектной мощности исходя из возможностей регионального

бюджета, так как рынок платных мелиоративных услуг для пользователей сенокосных угодий не сформирован;

- собственники сенокосных угодий в лице муниципальных образований не могут претендовать на получение бюджетных субсидий в сфере сельского хозяйства и поэтому не имеют интереса к самостоятельной эксплуатации мелиоративных систем;

- частные собственники сенокосных угодий не мотивированы к реальной кооперации по совместной эксплуатации мелиоративных систем для прироста урожайности, так как у них имеется более легкий путь получения стабильного дохода в виде сдачи в аренду сенокосных угодий вновь создаваемым фермерским хозяйствам и кооперативам;

- скотоводческие хозяйства в большинстве своем арендуют сенокосные угодья у вышеуказанных собственников и не видят перспектив дальнейшего развития ввиду отсутствия собственного земельного капитала.

На территории Якутии порядка половины сельскохозяйственных угодий в составе различных категорий земель составляют сенокосы – 719 тыс. га.

Таблица 1

**Площадь сельскохозяйственных угодий на территории Республики Саха (Якутия)
на 1 января 2025 г., тыс. га***

	По данным Росреестра – всего	Из них в составе различных категорий земель				
		сельско- хозяйственного назначения	населенных пунктов	запаса	лесного фонда	особо охраняемых природных территорий
Всего	1 640,2	885,9	72,9	573,3	103,5	4,4
Из них:						
пастбища	795,4	294,2	64,5	359,4	74,9	2,2
сенокосы	719,5	484,1	5,4	199,3	28,6	2,1
пашни	105,0	94,4	2,7	7,8		0,1
залежи	19,3	12,4	0,1	6,8		

*Составлено по [7].

С учетом вышеизложенных причин низкой продуктивности угодий в Якутии, только 59 % сенокосов находится в фактическом обороте у пользователей различных категорий (426 тыс. га), из которых в 2024 г. фактически скошено 49 % (352 тыс. га). Одной из причин низкого уровня вовлечения в оборот угодий является низкая доля крупных землепользователей, способных привлечь инвестиции. Из 426 тыс. га находящихся в обороте сенокосных угодий только 25 % находится в пользовании юридических лиц (106 тыс. га).

Таблица 2

**Уровень фактического использования сельскохозяйственных угодий на территории
Республики Саха (Якутия) в 2024 г.***

	Всего	Из них:			
		сенокосы	пастбища	пашни	залежи
Площадь сельскохозяйственных угодий на 1 января 2025 г. по данным Росреестра, тыс. га	1 640,2	719,5	795,4	105,0	19,3
Из них площадь находящихся в обороте угодий – всего	731,2	426,0	220,5	80,8	2,9
юридические лица	233,1	105,6	65,1	60,1	2,3
крестьянские (фермерские) хозяйства	112,6	73,4	21,9	16,7	0,6
личные подсобные хозяйства	238,4	236,9	0,1	1,4	
граждане, занимающиеся сенокошением и выпасом скота	133,9	2,1	131,8		
иные категории граждан	13,2	8	1,6	2,6	
Фактически обработано в 2024 г. (скошено, посев, чистые пары), тыс. га	406,8	352,0		54,8	

*Составлено по [7].

Еще 75 % (320 тыс. га) сенокосных угодий находится в пользовании физических лиц. Из них 237 тыс. га закреплено у 91,9 тыс. личных подсобных хозяйств по сведениям Росреестра, но численность личных подсобных хозяйств по данным бумажных похозяйственных книг за 2021 год составляла 62,6 тыс. ед. При переходе на электронное ведение похозяйственных книг по инициативе Минсельхоза России их численность на 1 января 2025 г. составила всего 9 950 ед. из-за отсутствия государственной регистрации прав на земельный участок для ведения личного подсобного хозяйства.

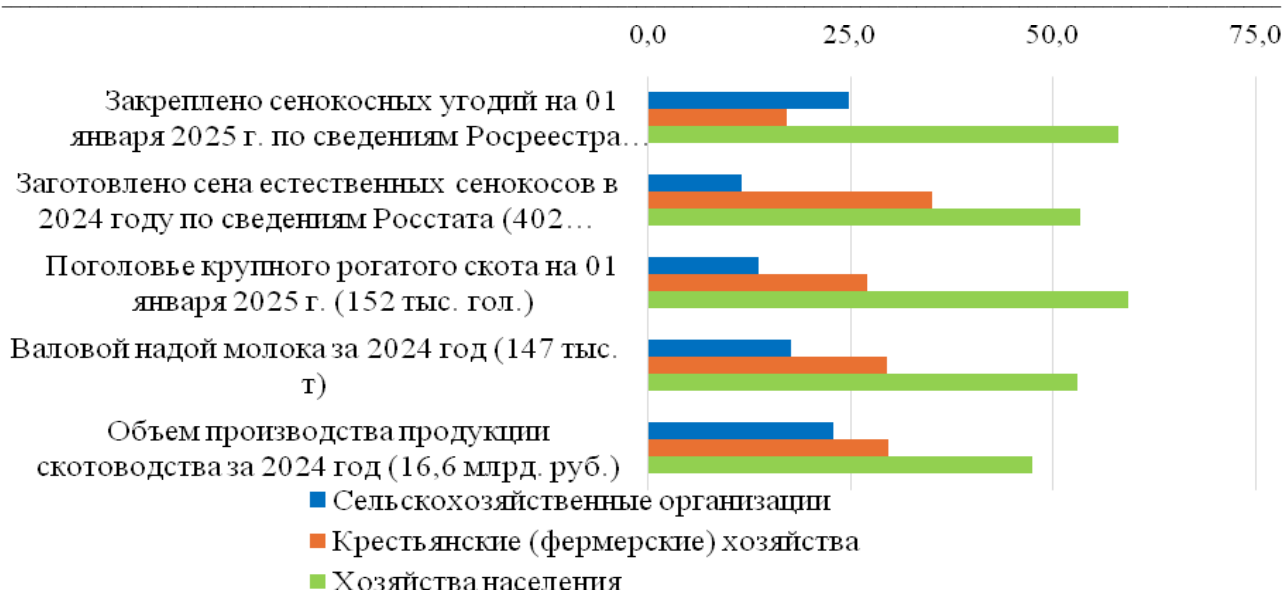
Еще 73 тыс. га сенокосных угодий закреплено у 3,9 тыс. фермерских хозяйств по сведениям Росреестра, но отчетность в Росстат за 2024 г. о своей производственной деятельности представило всего 2 377 фермерских хозяйств.

Следует отметить наличие отдельной категории граждан, занимающихся сенокосением и выпасом скота, без наличия статуса личного подсобного хозяйства, за которыми закреплено 132 тыс. га пастбищ (за 37,6 тыс. гражданами). Это вызвано трудностями с выполнением требований федерального и регионального законов о личном подсобном хозяйстве, где максимальный размер общей площади земельных участков, которые могут находиться на праве собственности или ином праве у граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, установлен в размере 2,5 га. Таким образом, у большинства хозяйств населения, занимающегося скотоводством, отсутствует статус личного подсобного хозяйства, что не позволяет им претендовать на получение бюджетных субсидий на поддержку сельскохозяйственного производства.

Проблема отсутствия у большинства хозяйств населения государственной регистрации прав на земельный участок для ведения личного подсобного хозяйства усугубляется тем, что у самоназванных личных подсобных хозяйств только 35 % земель оформлено в личную собственность (88,1 тыс. га), остальная площадь используется на временной основе у государственных или муниципальных собственников. По фермерским хозяйствам доля земель, оформленных в собственность, еще ниже – менее 14 % (41,9 тыс. га). Это не способствует формированию класса скотоводческих хозяйств, заинтересованных в долгосрочном развитии и инвестировании в повышение продуктивности земельных угодий, так как для них земля не является собственным капиталом. Именно поэтому фермеры и хозяйства населения не заинтересованы в сотрудничестве с региональным оператором по мелиорации земель, поэтому еще не сформирован единый перечень пользователей сенокосных угодий, охватываемых мелиоративными системами.

Структура основных показателей скотоводства Якутии по категориям хозяйств показывает доминирование хозяйств населения (свыше 50 %), при этом сельскохозяйственные организации, обладая большей площадью сенокосных угодий, чем фермерские хозяйства (25 % против 17 %), демонстрируют существенное отставание от них по заготовке сена, поголовью скота, валовому надою молока и объему производства продукции скотоводства в стоимостном выражении.

Это вызвано во многом тем, что по сельскохозяйственным организациям нарастает проблема сокращения площади пригодных сенокосных угодий – в 2024 г. ими было скошено всего 37 % закрепленных сенокосных угодий (39 тыс. га). Отчасти это объясняется наличием посевов кормовых культур из состава пашен (31 тыс. га, из них у сельскохозяйственных организаций – 18 тыс. га, фермеров – 13 тыс. га), но это не решает принципиальную проблему крайне низкого уровня доли сочных кормов в общем объеме заготовки кормов в Якутии – менее 9 % за 2024 год (в среднем по Российской Федерации – 74 %, по Дальневосточному федеральному округу – 23 %) [6].



Структура основных показателей скотоводства Якутии по категориям хозяйств за 2024 год, % к итогу. Составлено по [3, 7].

Выводы и предложения:

1. Действующая структура землепользования сельскохозяйственных угодий в Якутии не позволяет реализовать мероприятия по росту эффективности скотоводства, которые основаны на совместном использовании мелиоративных систем и энергонасыщенному производству сочных кормов, на что не способны хозяйства населения.
2. Одним из способов консолидации земель для формирования сети крупнотоварных скотоводческих хозяйств по зонам размещения мелиоративных систем является применение норм федерального законодательства о принудительном изъятии земель по решению суда, но для этого необходима более активная работа органов муниципального земельного контроля с Россельхознадзором, а также формирование муниципальных фондов перераспределения земель.

Список литературы

1. Гурьев И.П., Ахременко А.К. Аборигенные породы Якутии в Российском животноводстве. - Челябинск, 2025. - 258 с.
2. Ковлеков С.И. Аграрная реформа в Республике Саха (Якутия) в 1991-1995 гг. // Суверенная Республика Саха (Якутия) (1991-1996): проблемы коренных преобразований. - Якутск, 1999. - С. 76-110.
3. Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия) за 2019-2024 годы: стат. сб. / Саха(Якутия)стат. - Якутск, 2025. - 119 с.
4. Яковлев А.И., Хабек Й.О. Развитие мелиорации в Якутии // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2019. – № 6 (63). – С. 62-72.
5. Якутия: XX век в зеркале статистики / Гос. комитет Республики Саха (Якутия) по статистике; редкол.: Т.А. Торговкина и др. - Якутск: Сахаполиграфиздат, 2001. - 292 с.
6. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2024 году / Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
7. Доклад о состоянии и использовании земель в Республике Саха (Якутия) в 2024 году. – URL: <https://rosreestr.gov.ru/open-service/statistika-i-analitika/zemleustroystvo-i-monitoring-zemel21412/>.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОЙ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Тараканова Д.Ю., аспирант

Институт аграрных проблем – обособленное структурное подразделение
Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр РАН»,
Саратов, Россия
e-mail: Dariakoroleva891@yandex.ru

Аннотация. В статье исследуются современные тенденции развития агропромышленного комплекса в условиях макроэкономической нестабильности с акцентом на региональный уровень. Актуальность работы обусловлена необходимостью адаптации сельскохозяйственного сектора к изменяющимся внешним условиям – колебаниям валютных курсов, санкционным ограничениям, дисбалансу цен на ресурсы и продукцию, а также логистическим вызовам.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, макроэкономическая нестабильность, региональное развитие, цифровизация сельского хозяйства, импортозамещение, государственная поддержка, кооперация в АПК

В условиях глобальной экономической турбулентности агропромышленный комплекс (АПК) сталкивается с беспрецедентными вызовами. Санкционные ограничения, волатильность валютных курсов, нарушение логистических цепочек и рост стоимости ресурсов создают серьезные угрозы для продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий.

В экономике России аграрный сектор занимает значимое место: его доля в структуре ВВП составляет 6 %, а в сельском хозяйстве трудится 16 % трудоспособного населения. По международным показателям Россия демонстрирует сильные позиции: в 2025 году страна заняла пятую строчку в мире по объему добавленной стоимости в аграрном секторе и седьмую – по объему прямых инвестиций в эту сферу.

Положительная динамика развития АПК РФ определяется состоянием аграрного сектора российских регионов, в том числе Саратовской области. Современное состояние агропромышленного комплекса Саратовской области характеризуется сочетанием устойчивых производственных показателей и заметных экономических вызовов. В 2025 году объем валового сбора зерна составил 5,2 млн т, что на 8 % ниже уровня предыдущего года. Основной причиной снижения стала засуха, оказавшая существенное влияние на урожайность. При этом производство подсолнечника продемонстрировало положительную динамику, достигнув 1,1 млн т – рост на 3 % по сравнению с 2024 годом.

Структура посевных площадей отражает традиционную специализацию региона. Более половины площадей – 62 % – заняты под зерновые культуры, что подчеркивает значимость зернового производства для экономики области. Подсолнечник занимает существенную долю – 21 %, подтверждая статус региона как одного из ключевых производителей масличных культур. Кормовые культуры занимают 10 % посевных площадей, обеспечивая базу для развития животноводства. Оставшиеся 7 % приходятся на прочие сельскохозяйственные культуры, дополняя диверсифицированную структуру растениеводства.

Экономические показатели отрасли демонстрируют умеренную рентабельность на уровне 18-22 % в 2024 году. Вместе с тем наблюдается некоторое ухудшение финансового

состояния предприятий: доля убыточных хозяйств выросла до 14 %, тогда как в 2022 году этот показатель составлял 10 % [1].

Агропромышленный комплекс Саратовской области испытывает существенное давление со стороны комплекса внешних вызовов, которые воздействуют как на макроэкономическом, так и на региональном уровне.

На общеэкономическом фоне особую остроту приобрели санкционные ограничения, серьезно затруднившие доступ местных сельхозпроизводителей к критически важным ресурсам. В первую очередь это касается семенного материала – в частности, сортов кукурузы и сахарной свеклы, а также специализированных средств защиты растений и запасных частей для сельскохозяйственной техники. Параллельно с этим высокая волатильность валютных курсов привела к значительному удорожанию импортного оборудования – его стоимость выросла на 40-50 %. Дополнительным негативным фактором стали логистические сбои: сроки поставки удобрений из традиционных поставщиков – Китая и Турции – увеличились на 2-3 недели, что нарушает ритмичность производственных процессов. [2]

На региональном уровне ключевые угрозы связаны с природно-климатическими и социально-демографическими факторами. Климатические аномалии, проявившиеся в виде засухи 2023 года, привели к ощутимому снижению урожайности зерновых культур – падение составило 15 %. Серьезную проблему представляет и дефицит водных ресурсов.

В агропромышленном комплексе Саратовской области наметился ряд значимых тенденций, отражающих адаптацию отрасли к современным вызовам и поиск путей устойчивого развития. Одним из ключевых направлений стало импортозамещение и локализация производства. В сфере семеноводства запущен масштабный проект – создан региональный центр по производству семян пшеницы с годовой мощностью 50 тыс. т. Одновременно происходит постепенный переход на отечественные гибриды подсолнечника: к 2023 году их доля в посевах достигла 45 %.

Существенные изменения происходят в сфере цифровизации аграрного производства. Системы точного земледелия активно внедряются на полях региона: GPS-навигация охватывает уже 35 % посевных площадей, а дроны для мониторинга посевов используют 20 % хозяйств.

Сегодня всё большую актуальность приобретают новые модели аграрного производства, которые нацелены на сохранение природных ресурсов, технологичный подход и повышение независимости от внешних факторов. Так, опираясь на вышесказанное, данным направлением является вертикальное фермерство. Практика демонстрирует, что при использовании контролируемых условий выращивания овощей, ягод и зелени агрофермы способны существенно сократить потребление воды (до 90%), кроме того, свести к минимуму зависимость от климатических условий, которые в последние годы особенно негативно отражаются на урожайности в России и мире [3].

Перспективы развития АПК области связаны с последовательным углублением импортозамещения – прежде всего в селекционной работе и сельскохозяйственном машиностроении. Значительный потенциал заложен в расширении экспорта переработанной сельхозпродукции, что позволит увеличить добавленную стоимость производимого сырья. Важнейшим стратегическим направлением становится развитие «умного сельского хозяйства» с широким внедрением цифровых решений и ресурсосберегающих технологий.

Для реализации обозначенных перспектив целесообразно предпринять ряд мер. Во-первых, требуется существенное увеличение финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области селекции, что снизит зависимость от иностранных семян. Во-вторых, создание регионального фонда лизинга сельхозтехники сделает современное оборудование доступнее для малых и средних хозяйств. В-третьих, необходимо расширение программ профессиональной переподготовки кадров с акцентом на цифровые компетенции и инновационные агротехнологии.

Таким образом, в сложившихся условиях, характеризующихся санкционным давлением и нестабильностью внешнеполитической ситуации, развитие агропромышленного комплекса обретает особую стратегическую значимость. Его состояние напрямую влияет на ключевые аспекты общественной жизни: от обеспечения продовольственной безопасности как региона, так и страны в целом до поддержания достойного уровня благосостояния и качества жизни населения.

Список литературы

1. Анопченко Т.Ю. Основные тенденции и факторы развития агропромышленного комплекса РФ на современном этапе // Экономические науки. – 2024. – № 2. – С. 41–47.
2. Вартанова М.Л. Региональные аспекты развития агропромышленного комплекса, сельских территорий и продовольственной безопасности // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – № 5. – С. 881–887.
3. Дмитриева А.С. Вертикальные фермы – новая тенденция в сельском хозяйстве // Хроноэкономика. – 2019. – № 6 (19). – С. 35–38.
4. Кельчевская Н.Р. Развитие ресурсного потенциала регионального агропромышленного комплекса. – Екатеринбург, 2025. – 184 с.
5. Министерство сельского хозяйства Саратовской области: офиц. сайт. – URL: <https://www.minagro.saratov.gov.ru/>.
6. Официальный сайт Федеральная служба государственной статистики (Росстат): офиц. сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru>.

<https://doi.org/10.26898/2026-174>
УДК 338.43:631

СОЗДАНИЕ АГРОБИОТЕХНОПАРКА КАК ФАКТОР НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА В СИБИРИ

Тю Л.В., д-р экон. наук, проф., руководитель СибНИИЭСХ СФНЦА РАН,
Шаповалов Д.В., канд. техн. наук, в.н.с.,
Стенкина М.В., канд. экон. наук, в.н.с.
Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: tyulv@sfsc.ru; shapovalov@sfsc.ru; mvs@sfsc.ru

Аннотация. Наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития отрасли растениеводства России на ближайшее десятилетие будут ускоренная селекция и семеноводство, органическое и биологизированное земледелие, роботизация и цифровизация производственных процессов, а также подготовка кадров требуемой компетенции. Эти направления отвечают современным вызовам и требованиям обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: агротехнопарк, продовольственная безопасность, семеноводство

К 2030 году уровень технологической независимости России в сфере продовольственной безопасности должен составлять 66,7%. По итогам 2023 года он оценивался в 45,8%, по плану на 2025 год – 47,6% [1]. Показатель рассчитывается как среднее взвешенное значение уровней обеспеченности, готовности технологий и производства высокотехнологичного продукта по технологическим направлениям нацпроекта. Индекс технологического суверенитета продовольственной безопасности в своей

методике расчета предусматривает акцент на развитие отечественного семеноводства, потому что по показателю «уровень самообеспечения семенами отечественной селекции» самый большой коэффициент веса – 0,25 [2].

Новосибирская область, обладая большим потенциалом научно-технологических разработок в сельском хозяйстве, имела в 2023 г. долю инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг по крупным и средним сельскохозяйственным организациям в размере всего 0,6% против 3,8% по России в целом, что свидетельствует о наличии проблем с коммерциализацией научных разработок.

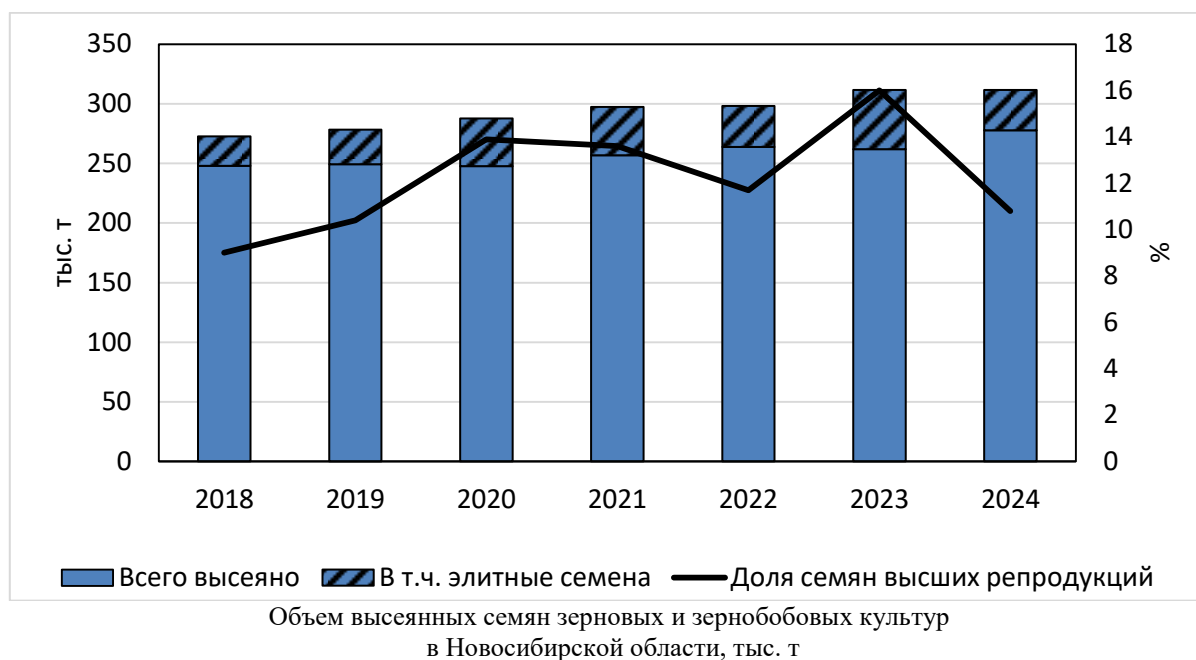
За годы деятельности Сибирского отделения ВАСХНИЛ и его правопреемника СФНЦА РАН было создано 1670 сортов сельскохозяйственных культур, а также технологии возделывания с учетом местных агроклиматических условий, биоклиматического потенциала, которые адаптированы к зоне возделывания. Учитывая, что в последнее десятилетие существуют определенные проблемы в системе семеноводства кормовых культур, ученые СФНЦА РАН разработали новые высокоурожайные сорта клевера лугового, кострца безостого, суданской травы, других культур и технологии их возделывания.

Селекционные работы по созданию новых сортов зерновых и зернобобовых культур в Сибири проводятся также на базе селекционных центров НИУ Омска, Барнаула, Красноярска. Таким образом, в Сибири создан и районирован достаточно большой ассортимент сортов яровой пшеницы, овса, ячменя, озимых культур, высокоурожайных, с отличными хозяйственно-полезными признаками, а главное, адаптированных к условиям выращивания и, следовательно, стабильных по урожайности, качеству зерна и устойчивости к основным патогенам.

Анализ информации по высеянным сортам зерновых и зернобобовых культур в сибирском регионе за последние годы показывает, что сельхозтоваропроизводители используют в основном сорта российской селекции, в частности сибирской. Так, в 2022 г. по хозяйствам Новосибирской области доля семян отечественной селекции составила 74,7% по яровым зерновым и зернобобовым культурам, в том числе новосибирской селекции – 42,8%, по масличным культурам – 88%, в том числе сибирской селекции – 32%, по овощам – около 25%. Слабым звеном является семеноводство картофеля, только около 7% посевов картофеля производится семенами отечественной селекции [3].

В Новосибирской области в сортовом наборе пшеницы из 66 сортов преобладают сорта Новосибирской селекции. Лидирует сорт Новосибирская 31 (объем семян составил 26,8%), также в тройке лидеров Омская 36 и Тризо. Кроме того высевались сорта – Новосибирская 15, Новосибирская 18, Новосибирская 44, Новосибирская 61, Сибирская 12, Полюшко, Алтайская житница 15, Тобольская, Обская 2, Баганская 95, Сибирская 17, Памяти Вавилова, Янкомира и др. Также сельхозтоваропроизводителями использовалось более 15 сортов ячменя, рекомендуемых для возделывания. В сортовом наборе преобладают сорта новосибирских селекционеров – 52,6%. В лидерах сорта Ача – доля семян 27,6%, Сигнал – 17,7% и Биом – 16,2% [4]. Сорта ячменя импортной селекции в регионах Сибирского федерального округа (СФО) занимают достаточно большие площади, поэтому необходимо принимать меры по увеличению привлекательности российских сортов ячменя, в том числе сибирской селекции.

Не смотря на сильные научные школы в области селекции зерновых культур, уровень использования семян высшей репродукции остается довольно низким. Так в 2024 г. из 311,5 тыс. т высеянных семян в Новосибирской области, лишь 10,8% составили элитные семена (см. рисунок). Тем не менее объем высева семян высших репродукций имеет устойчивую тенденцию к росту. Если в 2018 г. высевалось 24,6 тыс. т элитных семян, то в 2024 г. – уже 33,7 тыс. т, или в 1,4 раза больше. По состоянию на 28.03.2025 г. обеспеченность семенами зерновых и зернобобовых культур составляла 107,7%, технических культур – 88,8%, картофеля и овощей – 81,6% (по данным МСХ Новосибирской области).



При создании сорта и его районировании оригинаторами в абсолютном большинстве случаев даются рекомендации по выращиванию сорта, основу которых составляют сроки посева, нормы высева, приемы ухода. Разработанные сортовые технологии выращивания сельскохозяйственных культур обеспечивают получение 20-22% прибавки урожайности. Важно соблюдать сортовые рекомендации, в противном случае фактическая урожайность будет ниже потенциально возможной урожайности сорта.

В Новосибирской области семеноводством занимаются 20 хозяйств, которые выращивают зерновые, овощные, кормовые и технические культуры, способные полностью удовлетворить потребности сельского хозяйства региона в семенах. В условиях цифровизации агробизнесу нужны отечественные комплексные решения по возделыванию сельскохозяйственных культур, которые, развивая концепцию интегрированных технологий точного земледелия, позволяют оптимизировать основные процессы в хозяйстве. Например, дифференцированный подход при внесении минеральных удобрений и средств защиты растений, учет технологических операций, мониторинг состояния посевов, учет урожайности и проч.

Малые формы хозяйствования, которые производят около 30% зерна, имеют важнейшее социально-экономическое значение, поскольку обеспечивают занятость большего количества сельского населения, однако в отличие от крупных агрохолдингов и сельскохозяйственных организаций менее конкурентоспособны, хуже оснащены и менее производительны. Поэтому одним из инструментов повышения доходности и увеличения эффективности их деятельности является помощь в научно-технологическом развитии, сопровождении использования инноваций (например, пакетные решения по выращиванию сельскохозяйственных культур: новые сорта + технологии + мониторинг и др.). Это повысит конкурентный потенциал фермерских хозяйств. Необходимо подкрепление этого процесса адекватными инструментами государственного регулирования [5].

Еще одно приоритетное направление – развитие органического земледелия. В Новосибирской области предполагается расширение площадей посева озимой ржи, овса, ячменя, пшеницы, гречихи, лекарственных трав, рыжика, озимой сурепицы по стандартам «органик», которое потребует дополнительного развития селекции и семеноводства, производства биопрепаратов, биоудобрений, совершенствования технологий органического земледелия [6].

Одним из определяющих факторов развития инновационного производства продукции растениеводства является обеспеченность квалифицированными трудовыми ресурсами. Фактическая численность кадрового состава АПК Новосибирской области за 2018-2022 г. снизилась на 16,1%. Образовательный уровень руководителей и специалистов АПК достаточно высокий. Однако среди руководителей среднего звена 39% не имеют профессионального образования, а именно данная категория работников отвечает за управление и осуществление операционной деятельности, в том числе внедрение научных достижений.

Таким образом, для обеспечения устойчивого развития отрасли растениеводства Новосибирской области необходимо:

- повысить инновационную активность сельхозтоваропроизводителей;
- повысить эффективность в сфере селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур с целью увеличения производства семян высших репродукций и доведения их доли до 20% в общем объеме высеванных семян;
- обеспечить технико-технологическую независимость производства продукции растениеводства;
- улучшить использование имеющегося ресурсного потенциала в производстве органической продукции растениеводства;
- повысить обеспеченность отрасли растениеводства квалифицированными кадрами, владеющими современными методами ведения сельхозпроизводства.

Для реализации накопленного потенциала научно-технологического развития отрасли растениеводства региона необходимо тесное взаимодействие аграрной науки, образования и сельхозтоваропроизводителей, которое возможно в рамках создания агробиотехнопарка при непосредственной поддержке государства, которое возможно на базе СФНЦА РАН, имеющего научный задел и научно-производственную базу [7].

Одной из целей создания агробиотехнопарка может быть формирование эффективной экосистемы разработки, производства и внедрения новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур и технологий их возделывания, технологий точного, органического и биологизированного земледелия, а также подготовки специалистов требуемой компетенции, обеспечивающей повышение научно-технологического уровня агропромышленного производства и создающей условия для увеличения производства продукции сельского хозяйства сибирских регионов.

Достижение поставленной цели возможно, во-первых, путем создания современной научно-производственной инфраструктуры для динамичного развития конкурентного производства продукции растениеводства Сибирского региона на основе генерации, тиражирования и коммерческого использования передовых достижений в селекции и семеноводстве. Во-вторых, обеспечения сельхозтоваропроизводителей необходимым количеством семян высокопродуктивных, скороспелых, устойчивых сортов и гибридов зерновых, овощных, кормовых и технических растений с требуемыми хозяйственно-биологическими показателями качества по экономически обоснованным ценам. В-третьих, на основе разработки сортовых технологий возделывания зерновых, овощных, кормовых и технических культур, а также технологий точного, органического и биологизированного земледелия на основе цифровизации производственных процессов; формирования комплексных пакетных решений по возделыванию сельскохозяйственных культур, включающих семена высоких репродукций, описание сортовых технологий, агросопровождение в процессе производства продукции, что особенно востребовано малыми формами хозяйствования

Безусловно, значимым направлением деятельности агробиотехнопарка должны быть переподготовка научных сотрудников и работников АПК для адаптации к новым требованиям и тенденциям в науке и агробизнесе, а также международное сотрудничество, нацеленное на установление партнерских отношений с зарубежными университетами и

научными центрами для обмена опытом и проведения совместных исследований (FoodNet и др.), а также содействие трансферу агроинноваций.

Создание агробиотехнопарка позволит достичь в сибирском регионе индикаторов, обозначенных в едином плане по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года и на плановый период до 2036 года, который утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.01.2025 г. (см. таблицу).

Целевые индикаторы научно-технологического развития селекции и семеноводства в СФО

Индикатор	Ед. изм.	2024 г., факт.	2030 г., целевой
Уровень обеспечения семенами отечественной селекции:			
- зерновым зернобобовым культурам	%	70	82-95
- масличным культурам	%	43,5	75
- картофелю	%	6,7	45-50
Доля семян высшей репродукции в общем объеме высеванных семян	%	10,8	Не менее 20%

Это позволит обеспечить аграрные предприятия Сибирского федерального округа качественными семенами сельскохозяйственных культур, повысить долю семян высших репродукций отечественной, в том числе сибирской селекции при формировании семенного фонда региона. Сельхозтоваропроизводителям, особенно малым формам хозяйствования, будут предлагаться комплексные пакетные решения по возделыванию сельскохозяйственных культур, включающих семена высоких репродукций, описание сортовых технологий, агросопровождение в процессе производства продукции растениеводства.

Список литературы

1. Паспорт национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» [Электронный ресурс] // Правительство РФ: офиц. сайт. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/924/about/>.
2. Об утверждении методики расчета показателя «Достигнутый уровень технологической независимости в сфере продовольственной безопасности» национального проекта по обеспечению технологического лидерства «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности»: Приказ Минсельхоза России от 28.12.2024 № 784 [Электронный ресурс] // Юридическая информационная система «Легалакт»: сайт. – URL: <https://legalacts.ru>.
3. Информация об итогах работы агропромышленного комплекса Новосибирской области за 2022 год [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Новосибирской области: офиц. сайт. – URL: <http://mcx.nso.ru/page/444>.
4. Тю Л.В., Быков А.А. и др. Проблемы и перспективы развития зернового подкомплекса и рынка зерна Сибири: моногр. / под ред. Л.В. Тю. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2023. – 176 с.
5. Тю Л.В., Бессонова Е.В., Утенкова Т.И. Приоритетные направления наращивания аграрного потенциала сельскохозяйственного производства Сибирского федерального округа и меры государственной поддержки // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 9. – С. 3-10.
6. Тю Л.В., Щетинина И.В., Едренкина Н.М., Шаповалов Д.В. Развитие органического земледелия и «зеленых» технологий производства зерна – приоритеты для России и регионов Сибири в современных экономических условиях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2024. – Т. 12. – № 4 (67). – С. 86-97.

7. Щетинина И.В., Стенкина М.В. Стратегические направления совершенствования управления инновационным развитием АПК регионов // АПК: экономика, управление. – 2024. – № 9. – С. 22-37.

<https://doi.org/10.26898/2026-175>
УДК 338.439:633.49

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В СТРАНАХ ЕАЭС

**Хежев А.М.¹, канд. экон. наук, доцент,
Марактаева Е.Н.², канд. экон. наук, доцент,
Идрисов А.Н.³, начальник Управления сельского хозяйства,
Мухаметзянова А.Р.⁴, студент магистратуры,
Котеева А.С.¹, студент бакалавриата**

¹Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова,
Улан-Удэ, Россия

³Администрация городского округа Навашинский Нижегородской области, Навашино, Россия

⁴Московский городской педагогический университет, Москва, Россия
e-mail: corvet3@mail.ru

Аннотация. В статье исследовано изменение за 2015-2024 гг. валовых сборов картофеля в Евразийском экономическом союзе в целом, и во входящих в него странах, в частности. Выявлено, что за этот период анализа в данном интеграционном объединении государств они уменьшились на 39,53%: с 42537,2 тыс. до 25721,4 тыс. т. При этом основной вклад в это снижение внесла Россия – минус 15197,8 тыс. т, а также Белоруссия – минус 1996,4 тыс. т. Также подобная динамика была характерна для Армении – минус 270,0 тыс. т и Киргизии – минус 226,2 тыс. т. Только в одной стране из пяти, в Казахстане, произошел рост производства клубней обозначенного растения на 874,6 тыс. т. Соответственно, изменилась доля всех этих государств как в совокупном урожае картофеля в Евразийском экономическом союзе, так и в мире в целом.

Ключевые слова: Евразийский экономический союз, картофель, производство, Россия, Белоруссия, Казахстан, Киргизия, Армения

Картофель – важная сельскохозяйственная культура, которая вносит свой весьма существенный вклад в решении проблемы продовольственной безопасности как мира в целом, так и многих государств, том числе возникших на постсоветском пространстве [1]. В СССР, лидере по его валовым сборам, максимальный производственный потенциал крупнотоварного картофелеводства был достигнут в 80-е годы XX в., тем не менее, даже в то время урожай клубней данного растения в секторе личных подсобных хозяйств (ЛПХ) был выше, чем в общественном [2]. Однако после распада Советского Союза государственная поддержка этой отрасли в 90-е годы прошлого столетия практически перестала осуществляться по причине системного экономического кризиса [3].

Это привело к тому, что как в России, так и в других странах ближнего зарубежья, наблюдалось постепенное снижение ежегодного урожая картофеля в сельскохозяйственных организациях с одновременным его ростом в хозяйствах населения [4]. В результате, доля первых в его ресурсах стала снижаться, а вторых – увеличиваться, хотя крупнотоварный сектор продолжал оставаться главным поставщиком картофеля на рынки городов [5]. В начале первого десятилетия XXI в. еще одним источником насыщения потребности жителей РФ стал импортный картофель, который начинал поступать в нашу страну в конце

зимы – начале весны [6]. Несмотря на его более высокую розничную цену по сравнению с отечественным аналогом, он выглядел привлекательнее в глазах горожан с высокими доходами, которые и предъявляли на него спрос, тогда как остальная часть населения продолжала покупать российский картофель, или использовала для удовлетворения своих нужд выращенный самостоятельно или родственниками [7]. Однако в последнее десятилетие в России и ряде государств ближнего зарубежья наметилась тенденция сокращения валовых сборов клубней данного растения [8], в связи с чем мы решили в данной статье исследовать этот вопрос применительно к странам, входящим в Евразийский экономический союз (ЕАЭС).

На основании статистики Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) за 2015-2024 гг. авторы рассмотрели изменение производства картофеля в обозначенном интеграционном объединении (см. таблицу). Мы видим, что его совокупные валовые сборы в ЕАЭС уменьшились на 39,53%: с 42537,2 тыс. до 25721,4 тыс. т., что привело к снижению значения в соответствующем общемировом показателе: с 11,63 до 6,59 %.

Изменение производства картофеля в странах ЕАЭС за 2015-2024 гг., тыс. т

Страна	2015 г.	В среднем за		2024 г.	2024 г. к 2015 г.	
		2016-2020 гг.	2021-2024 гг.		тыс. т	%
Армения	607,7	482,0	283,6	337,7	-270,0	-44,43
Белоруссия	5107,3	4463,2	2879,1	3110,9	-1996,4	-39,09
Казахстан	1760,0	1945,7	1812,9	2634,6	874,6	49,69
Киргизия	1416,4	1390,4	1004,6	1190,2	-226,2	-15,97
Россия	33645,8	21649,7	14974,5	18448,0	-15197,8	-45,17
ЕАЭС, всего	42537,2	29931,0	20954,8	25721,4	-16815,8	-39,53

При этом наибольший вклад в эту негативную динамику внесла Россия, на долю которой в начале охваченного периода анализа приходилось 79,10 % от суммарного урожая Евразийского экономического союза, а в его конце – только 71,72 %. Из совокупного сокращения производства картофеля в размере 16815,8 тыс. т 90,38 % произошло из-за нашей страны. Продолжилась отмеченная некоторыми экспертами тенденция уменьшения значения РФ в глобальных валовых сборах клубней этого растения [9]. Если в 2015 г. доля в них России равнялась 9,20 %, то в 2024 г. - всего 4,73 %.

Второй страной, показавшей существенное влияние на спад производства картофеля в рассматриваемом интеграционном объединении, оказалась Республика Беларусь (РБ). Если в начале озвученного времени исследования урожай клубней данного растения в ней был равен 5107,3 тыс. т (1,40 % от мира в целом), то в его конце 3110,9 тыс. т. (0,8 %), что на 39,09 % меньше. В итоге, внесенный Белоруссии вклад в сокращение по ЕАЭС составил 11,87 %.

На наш взгляд, в картофелеводстве РФ и РБ обозначенный негативный тренд обусловлен снижением численности сельских жителей и повышением их среднего возраста [10]. Они уже не в состоянии осуществлять производство картофеля в секторе ЛПХ в прежних объемах. И в перспективе эта тенденция будет укрепляться.

В отличие от России и Белоруссии, Казахстан - вторая по количеству жителей страна Евразийского экономического союза, и третья по валовым сборам картофеля в нем, продемонстрировал иную динамику. В этом государстве его производство возросло почти в 1,5 раза: с 1760,0 тыс. т (0,48% от мира в целом) в 2015 г. до 2634,6 тыс. т (0,67 %) в 2024 г. Вполне возможно, что этот положительный результат был достигнут, в том числе, и усилиями молодежи, из-за необходимости развития картофелеводства в данной стране в целях обеспечения потребностей ее растущего населения. Тем самым, в Казахстане улучшилась продовольственная безопасность в целом, и по картофелю в частности.

Также как в РФ и РБ, тренд на уменьшение урожая клубней рассматриваемого растения проявился в Киргизии и Армении. Если в первой из этих двух стран он за

охваченный период анализа снизился на 15,97 % (с 1416,4 тыс. до 1190,2 тыс. т), то во второй на 44,43 % (с 607,7 тыс. до 337,7 тыс. т). Поэтому вполне ожидаемо сокращение их доли в соответствующем глобальном показателе: Киргизии с 0,39 до 0,30 %, Армении – с 0,17 до 0,09 %.

Таким образом, наше исследование свидетельствует о том, что в 2015-2024 гг. в картофелеводстве ЕАЭС наблюдалось значительное уменьшение валовых сборов. Главным образом, они обусловлены довольно существенным их снижением в России, а также в Белоруссии, тогда как положительная динамика развития данной отрасли в Казахстане не смогла компенсировать этот спад, хотя и привела к увеличению доли этого государства в совокупном производстве картофеля как в Евразийском экономическом союзе, так и в мире в целом. Значение Киргизии и Армении в ежегодном урожае клубней рассматриваемого растения в данном интеграционном объединении незначительно, но тем не менее эти страны также внесли свой негативный вклад в общую для картофелеводства ЕАЭС тенденцию.

Список литературы

1. Неискашова Е.В. Анализ динамики производства картофеля и подобных ему крахмалосодержащих корнеклубнеплодов в мире // Научное обозрение: теория и практика. – 2021. – Т. 11. – № 8 (88). – С. 2335-2356. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-8-2335-2356.
2. Агирбов Ю.И., Мухаметзянов Р.Р. Экономика производства картофеля и овощей. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – 86 с.
3. Агирбов Ю.И., Козлова Е.В. Экономика сельского хозяйства. – М., 2002. – 68 с.
4. Сторожев Д.В., Чеха А.Ф. Источники насыщения российского рынка картофеля и овощей // Наука без границ. – 2020. – № 12 (52). – С. 28-35.
5. Ферцер Д.Д. Особенности функционирования рынка продовольственного картофеля в России // Научные труды международной научно-практической конференции ученых МАДИ (ГТУ), РГАУ-МСХА, ЛНАУ, Москва, Луганск, Смоленск, 5–6 янв. 2004 г. – Москва-Луганск-Смоленск: Инга, 2004. – Т. 3. – С. 148-151.
6. Джанчарова Г.К. и др. Импорт картофеля и основных видов овощей в Россию // Московский экономический журнал. – 2021. – № 11. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10686.
7. Агирбов Ю.И., Мухаметзянов Р.Р. Особенности и перспективы российского рынка картофеля // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 11. – С. 51-55.
8. Агирбов Ю.И. и др. Изменение производства картофеля и овощей в России и странах ближнего зарубежья // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2021. – № 4. – С. 53-62. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-4-53-62.
9. Бритик Э.В. Производство картофеля и овощей в мире и в основных странах // Научное обозрение: теория и практика. – 2020. – Т. 10. – № 7 (75). – С. 1287-1303. DOI: 10.35679/2226-0226-2020-10-7-1287-1303.
10. Остапчук Т.В., Хежев А.М., Мухаметзянова О.Н. Тенденции изменения производства картофеля в Белоруссии и России в последнее десятилетие // Никоновские чтения. – 2025. – № 30. – С. 79-83.

К ВОПРОСУ ПРОДВИЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БИОЭКОНОМИКИ В ОТРАСЛЬ РАСТЕНИЕВОДСТВА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**Цаценко Н.А.¹, PhD экон. наук,
Моисеев А.В.², д-р экон. наук**

¹Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Краснодар, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия
e-mail: natalia27tsatsenko@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию вопросов внедрения концепции биоэкономики в сельскохозяйственное производство, в частности в отрасль растениеводства. Рассмотрены современные представления о взаимосвязи концепции биоэкономики с концепцией экономики замкнутого цикла и важности ухода сельского хозяйства от модели линейной экономики. На примере Краснодарского края проанализированы потенциальные направления продвижения биоэкономики. Установлено наличие значительного потенциала региона для практической реализации этой концепции, включающего сформированную правовую основу, развитую научную инфраструктуру и широкий спектр сельскохозяйственных культур для возделывания в местных агро-климатических условиях.

Ключевые слова: биоэкономика, растениеводство, сельскохозяйственное производство, Краснодарский край, механизмы регулирования, НИОКР

Сегодня концепция биоэкономики рассматривается как инновационная экономическая модель, способствующая обеспечению устойчивого развития экономики и улучшению качества жизни населения. Данная концепция направлена на достижение одновременно экономических, экологических и социальных выгод. Предполагается, что применение концепции биоэкономики в различных секторах экономики позволит нивелировать последствия изменения климата и снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду. Биоэкономика базируется на трех призмах, включая биотехнологию, биоресурсы и биоэкологию [1]. Концепция биоэкономики непосредственно связана с принципами экономики замкнутого цикла или циркулярной экономики. Обе концепции являются противовесом давно существующей модели линейной экономики, где все производство и потребление построены на принципе «берешь – производишь – отходы» [2]. Биоэкономика и циркулярная экономика построена на принципах снижением объемов отходов, их переработкой, восстановлением и повторным использованием [1]. Важно отметить, что нет четких границ между двумя концепциями. Одним из ключевых взаимосвязей между биоэкономикой и циркулярной экономикой является «каскадное потребление» возобновляемых биоресурсов [3].

В научной литературе выделяют широкий спектр направлений применения биоэкономики в сельском хозяйстве: создание новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений с улучшенными характеристиками, выведение новых пород животных, утилизация первичных и вторичных отходов сельскохозяйственного производства, распространение технологий органического земледелия, выпуск экологически чистых удобрений биологического происхождения и разработка биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней [4]. Подходы биоэкономики в отрасль растениеводства могут быть задействованы в целом ряде мероприятий, включающем подготовку поля, посев, внесение удобрений, борьбу с вредителями, мульчирование, применение системы орошения для противодействия засухе, сбор урожая, обработку растительных и пищевых отходов [5]. Инновационное развитие аграрного сектора неразрывно связано с прогрессом

агробιοтехнологий и внедрением цифровых решений, выступающих ключевыми факторами активизации инновационных процессов в российском агропромышленном комплексе. Примеры научных исследований в области агробιοтехнологий растениеводства включают: адаптивные направления селекции сельскохозяйственных растений, разработку биологические методы защиты растений, обеспечивающие замещение ядохимикатов; создание систем фильтрации воды в ирригационных системах против засоления почв [4].

В 16 декабря 2025 года принят перечень совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере агропромышленного комплекса государств Евразийского экономического союза (ЕАЭС) на период 2026–2030 годы. Согласно стратегическому документу, изменение климата как на глобальном уровне, так и на локальном будет требовать от аграриев нахождение новых решений для обеспечения стабильного уровня продовольственной безопасности. Особое внимание уделяется разработке инновационных решений при производстве сельскохозяйственных культур и внедрению цифровизация в АПК, включая разработку системы принятия решений для планирования урожайности и севооборота на основе показателей агрохимических свойств и плодородия почв на базе нейросетевых технологий, разработку агробιοтехнологий в рамках Индустрии 4.0, применение цифровых двойников в сельскохозяйственных предприятиях [6].

Краснодарский край, являясь один из лидеров в области производства продукции растениеводства в России, может служить площадкой для проведения совместных научно-исследовательских проектов между членами ЕАЭС, направленных на внедрение концепции биоэкономики в отрасль растениеводства. Удельный вес растениеводческой продукции в регионе составляет около 70,7% среди хозяйств всех категорий (рис. 1). Посевная площадь составляет 3755 тыс. га, где на зерновые и зернобобовые культуры приходится 2436 тыс. га, или 64,9% (табл., рис. 2). Возрастает интерес к расширению посевов технических культур (сахарной свеклы и масличных культур), доля которых достигает 26,3% от общей площадей возделывания сельскохозяйственных культур (табл., рис. 2).

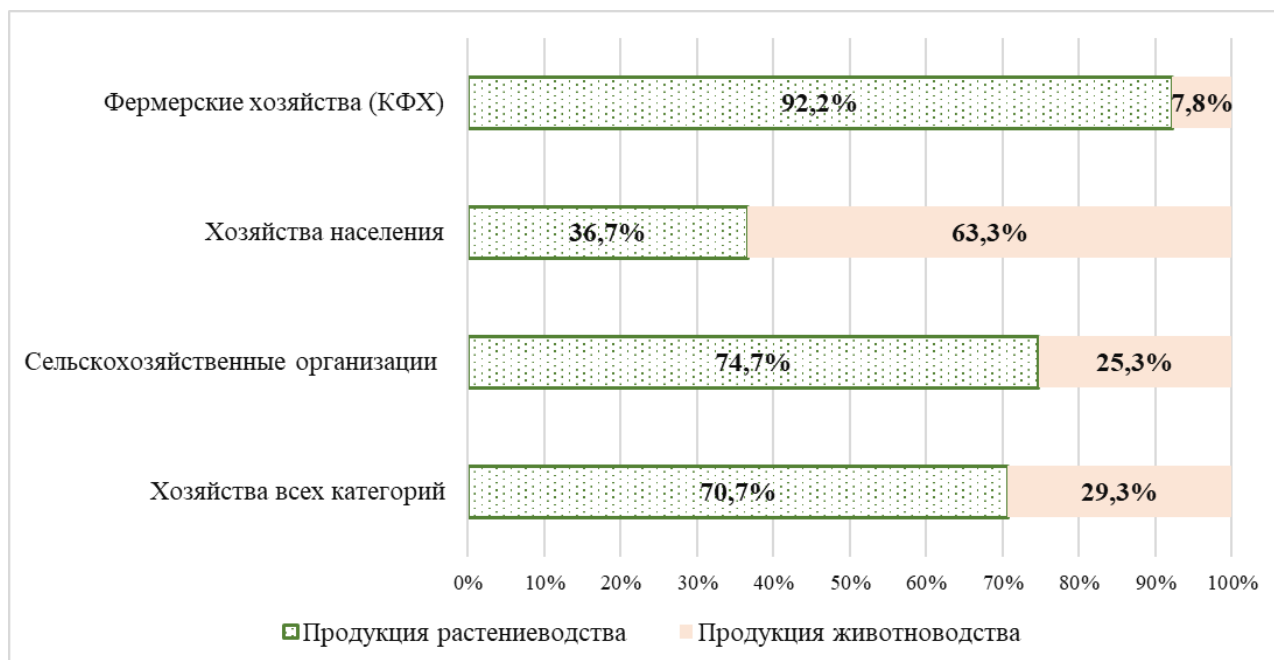


Рис. 1. Удельный вес продукции растениеводства и животноводства в продукции сельского хозяйства Краснодарского края по категориям хозяйства, 2024 г. [7]

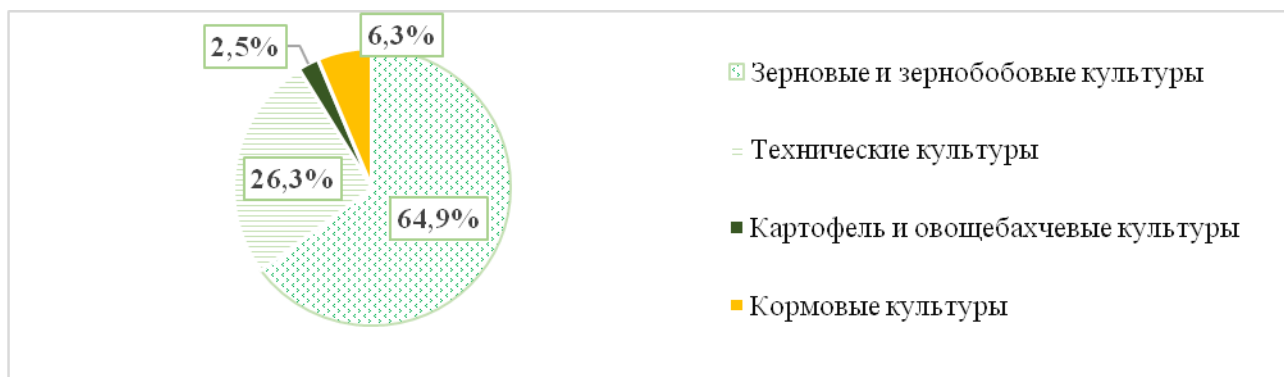


Рис. 2. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий по Краснодарскому краю, 2024 г. [7]

В литературе по экономическому анализу агропромышленного комплекса Краснодарского края отмечается, что в современные конкурентные преимущества региона обеспечиваются благоприятными природно-климатическими условиями, развитой материально-технической базой и создание нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность в сфере биоэкономики региона [8, 9]. Примерами нормативно-правовой базы служат следующие документы: «Стратегия социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года», устанавливающая приоритеты в области развития и экологизации сельского хозяйства; О внесении изменений в Закон Краснодарского края «Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края» от 11 марта 2025 года № 5326-КЗ; О внесении изменений в Закон Краснодарского края «О развитии производства органической продукции на территории Краснодарского края» и в Закон Краснодарского края «О регулировании отдельных отношений в сфере семеноводства на территории Краснодарского края» от 31 марта 2023 года № 4882-КЗ.

Динамика базовых показателей растениеводства Краснодарского края по четырем группам сельскохозяйственных культур, 2020-2024 гг. [7]

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. к 2020 г., %
<i>Посевные площади, тыс. га</i>						
Зерновые и зернобобовые культуры	2532	2588	2440	2518	2436	96,2
Технические культуры	848	854	995	956	989	116,7
Картофель и овощебахчевые культуры	95	94	95	96	93	97,9
Кормовые культуры	252	236	226	202	238	94,5
Вся посевная площадь	3727	3771	3756	3772	3755	100,8
<i>Валовой сбор, тыс. т</i>						
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	12 105	14 799	15 461	13 987	13 507	111,6
Технические культуры	7185	11 414	12 810	11 542	8725	121,4
Картофель и овощебахчевые культуры	1241	1289	1358	1300	1144	92,2
Кормовые культуры	2042	2009	2315	1901	2942	144,1

На территории региона располагаются ведущие в стране научно-исследовательские и образовательные учреждения, осуществляющие подготовку кадров в АПК и проведение НИОКР в растениеводстве. Например, в 2023 году создана Южная научная аграрная территория (ЮНАТ) с целью объединения усилий по продвижению разработок в области селекции и семеноводства растений, науки и образования. Организация включает ФГБНУ

«Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» и ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы».

Таким образом, изменение климата окажет значительное влияние на сферу растениеводства, что обуславливает необходимость разработки своевременных и эффективных мер реагирования на всех уровнях управления – региональном, федеральном и международном. Краснодарский край располагает значительным потенциалом для реализации концепции биоэкономики, направленной на адаптацию сельского хозяйства к климатическим изменениям и может внести значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности в России и в рамках ее участия в Евразийском экономическом союзе.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621002 Российская Федерация. Циркулярная биоэкономика в сельском хозяйстве: цели устойчивого развития и стратегии / Цаценко Н.А., Моисеев А.В.; № 2025620531; заявл. 19.02.25; опублик. 04.03.25.
2. Khanna M., Zilberman D., Hochman G., Basso B. An economic perspective of the circular bioeconomy in the food and agricultural sector // Communications Earth and Environment. – 2024. – Vol. 5. – No. 1. – P. 507. DOI: 10.1038/s43247-024-01663-6.
3. Нестеренко М.А., Комлацкий Г.В. Биоэкономика как новая парадигма развития // Russian Journal of Management. – 2021. – Т. 9. – № 4. – С. 96-100. DOI: 10.29039/2409-6024-2021-9-4-96-100.
4. Алексеева С.А. Основные направления развития биоэкономики в рамках инновационной трансформации сельского хозяйства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2024. – № 8 (114). – С. 43-50. DOI: 10.33938/248-43.
5. Velasco-Muñoz Ju.F., Aznar-Sánchez J.A., López-Felices B., Román-Sánchez I.M. Circular economy in agriculture. An analysis of the state of research based on the life cycle // Sustainable Production and Consumption. – 2022. – Vol. 34. – P. 257-270. DOI: 10.1016/j.spc.2022.09.017.
6. О перечне совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере агропромышленного комплекса государств – членов Евразийского экономического союза на 2026–2030 годы: распоряжение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 16 дек. 2025 г. № 185 [Электронный ресурс] // Правовой портал Евразийского экономического союза: сайт. – URL: <https://docs.eaeunion.org/documents/445/10379/>.
7. Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея. Электронная версия сборника «Сельское хозяйство Краснодарского края» [Электронный ресурс]. – URL: <https://23.rosstat.gov.ru/Oficial>.
8. Терешина М.В., Тяглов С.Г., Атамась Е.В. Экономика замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве: потенциал реализации в новых институциональных условиях // Регионология. – 2024. – Т. 32. – № 4 (129). – С. 635-652. DOI: 10.15507/2413-1407.129.032.202404.635-652.
9. Калитко С.А., Долгополюк Э.Э. Состояние и направления инновационного развития растениеводства Краснодарского края // Московский экономический журнал. – 2025. – Т. 10. – № 11. – С. 129-147. DOI: 10.55186/2413046X_2025_10_11_251.

ПЛАНИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕПОЧЕК В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Чекусов М.С.¹, канд. техн. наук, в.н.с.,
Терентьев А.В.², д-р техн. наук, проф., с.н.с.,
Михальцов Е.М.¹, канд. техн. наук, в.н.с.,
Кем А.А.¹, канд. техн. наук, в.н.с., доцент

¹Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

²Государственный университет управления, Москва, Россия

e-mail: mihalcov@anc55.ru

Аннотация. Рассматриваются основные причины низкой рентабельности растениеводческой отрасли Сибири, и обосновывается необходимость выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственном предприятии не только из агрономических соображений, но также с учётом экономической оценки перспектив их прибыльности.

Ключевые слова: сельское хозяйство, растениеводство, технологические цепочки, прибыль, рентабельность, ключевая ставка

В России сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики, обеспечивая не только продовольственную безопасность страны, но и формируя значительную долю внутренней валовой продукции.

К основным специфическим чертам растениеводства, отличающим его от большинства других отраслей, является существенная зависимость результативности производства от внешних факторов, в число которых входят факторы, имеющие природный неуправляемый характер.

Прогнозирование рентабельности производства сельскохозяйственной продукции в России в современных условиях представляется затруднительным не только на долгосрочный период, но также и на краткосрочную перспективу, ограниченную одним годом. Постоянный рост цен на энергоносители, продукцию сельскохозяйственного машиностроения и ежегодно меняющаяся конъюнктура рынка закупок продукции растениеводства, а также отсутствие внятных мер поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей со стороны государства привели к тому, что большинство растениеводческих хозяйств Сибири в последние два десятилетия шли по пути минимизации затрат на проведение механических обработок почвы, применяя взамен этого химические обработки. Однако, цены на гербициды и средства защиты растений в тот же самый период продемонстрировали значительный рост, оказав негативное влияние на себестоимость продукции растениеводства. При этом цены реализации продукции растениеводства росли гораздо меньшими темпами, претерпевая периодические падения по отношению к уровню цен прошлого года.

Кроме вышеперечисленных обстоятельств значительное влияние на стоимость реализации продукции оказывает местонахождение хозяйства. Так, в качестве примера можно отметить, что крайне низкие ценовые показатели зерна в 2024 году были в Сибири. В том числе из-за проблем с логистикой: затраты на транспортировку велики, а собственное потребление – низкое [1]. Стоимость реализации выращенного здесь зерна едва покрывает расходы на его производство. 2025 год ознаменовался снижением закупочных цен на зерновые культуры по отношению к 2024 году.

В качестве маркера финансовой ситуации в сельскохозяйственной отрасли рассмотрим несколько цифр, дающих общее представление о ней по результатам 2024 года. Этот год в данном случае взят исходя из тех соображений, что к моменту подготовки настоящего материала это был последний год, за который опубликованы сведения о результативности сельского хозяйства России.

В 2024 году доходность растениеводческой отрасли России по оценкам некоторых аналитиков [1] составила не более 16,5%. По отчётным данным Минсельхоза России за 2024 год [2] этот же показатель равнялся 18,2%. Независимо от того, какую из этих двух цифр взять за основу, совершенно очевидно, что при таком уровне доходности и ключевой ставке Центрального банка России, в период с 01.01.2024 по 19.07.2024 составлявшей 16%, а к 02.11.2024 выросшей уже до 21% [3], ни о каком развитии отрасли не может быть и речи. По оценкам Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР) сельскохозяйственные предприятия при нынешних условиях высокой стоимости заёмных средств и существенных расходах на амортизацию могут иметь выгоду от результатов своей работы при рентабельности не ниже 40-50% [1]. Удивительным является тот факт, что на плановый период 2024 года Минсельхозом России закладывалась рентабельность на уровне 10%, при этом ставка рефинансирования ЦБ РФ была равной 16%. То есть, развитие подведомственной отрасли на 2024 год Минсельхозом не планировалось.

В результате мы имеем ситуацию, когда на фоне высокой ставки рефинансирования и высоких процентов по кредитам, большинство аграриев не имеют возможности не только развиваться, но и даже просто обновлять технику.

Структура расходов растениеводческого хозяйства в общем виде включает следующие позиции:

1. Расходы на покупку, ремонт и обслуживание самоходной техники, а также прицепного инвентаря.
2. Расходы на покупку, ремонт и обслуживание стационарного оборудования токов, складов и проч.
3. Оплата труда персонала, занятого в реализации технологии возделывания.
4. Оплата труда персонала, не занятого в реализации технологии возделывания (директор, агроном, инженер и проч.).
5. Оплата налогов на доходы физических лиц с заработных плат сотрудников.
6. Амортизационные отчисления.
7. Лизинговые и кредитные платежи.
8. Расходы на приобретение ГСМ.
9. Расходы на оплату электроэнергии.
10. Расходы на приобретение семян.
11. Расходы на приобретение средств химизации и удобрений.
12. Оплата налоговых начислений на движимое и недвижимое имущество.
13. Расходы, связанные с внедрением средств повышения эффективности производства (картирование территории хозяйства, системы параллельного вождения, системы мониторинга транспорта, дифференцированный посев, дифференцированное внесение удобрений, картирование урожайности и проч.).
14. Расходы на подработку полученной продукции.
15. Транспортные расходы на всех этапах производства.
16. Расходы на оплату услуг контрагентов на всех этапах производства (химические обработки посевов, доставка ГСМ, транспортные работы, ремонт дорог и проч.).
17. Расходы на утилизацию отходов.

Доходы растениеводческого сельскохозяйственного предприятия формируются в основном от реализации готовой продукции и от реализации части отходов, которые могут быть использованы на корм скоту или в переработку. Другая часть отходов потребует дополнительных расходов для её утилизации.

Учитывая, что расходы, показанные как минимум в шести пунктах выше обозначенного списка (п. 1, 2, 7-9, 11) являются неотъемлемой частью производственного процесса в растениеводстве и на протяжении продолжительного периода времени (более 20 лет подряд) демонстрируют ежегодное однонаправленное изменение (рост), а цена реализации готовой продукции растениеводства и отходов её производства год к году меняется разнонаправленно (повышение или снижение), можно прийти к выводу о том, что статичных оптимальных технологических цепочек в растениеводческой отрасли России в настоящее время не существует по той причине, что даже ко времени проведения посевной кампании невозможно адекватно определить расходную часть бюджета предприятия на текущий год как и невозможно определить доходную часть бюджета.

Особо стоит отметить, что эта проблема наиболее остра для тех предприятий, которые расположены в почвенно-климатических условиях, ограничивающих урожайность культур. Так, в Сибири доходная часть бюджета растениеводческого предприятия в расчёте на единицу площади пашни имеет гораздо меньший размер, чем в чернозёмной части России.

Лучший результат планирования может быть достигнут экономическим анализом нескольких вариантов технологических цепочек, предложенных агрономами с учётом планируемой урожайности. Выбор должен быть сделан в пользу варианта, показывающего максимальную прибыльность. Зачастую вариант с наибольшей прибылью может не соответствовать варианту с максимальной урожайностью, тем не менее, он будет предпочтительным.

Рациональная технологическая цепочка может быть определена путём поиска экстремума прибыльности по максимальному значению среди всех экономически анализируемых технологий возделывания культуры для условий конкретного хозяйства:

$$\Pi_{\pi} \rightarrow \max.$$

В общем виде прибыльность технологии возделывания сельскохозяйственной культуры на единицу полученной продукции ориентировочно можно определить по формуле

$$\Pi_{\pi} = \left(\frac{B_{\pi}}{S_{\pi}} \times C_{\pi} + \frac{V_o}{S_{\pi}} \times C_{po} \right) - \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{S_{\pi}},$$

где B_{π} – валовая продукция культуры от возделывания по анализируемой технологии;

S_{π} – площадь под культурой, возделываемой по анализируемой технологии;

C_{π} – цена реализации продукции;

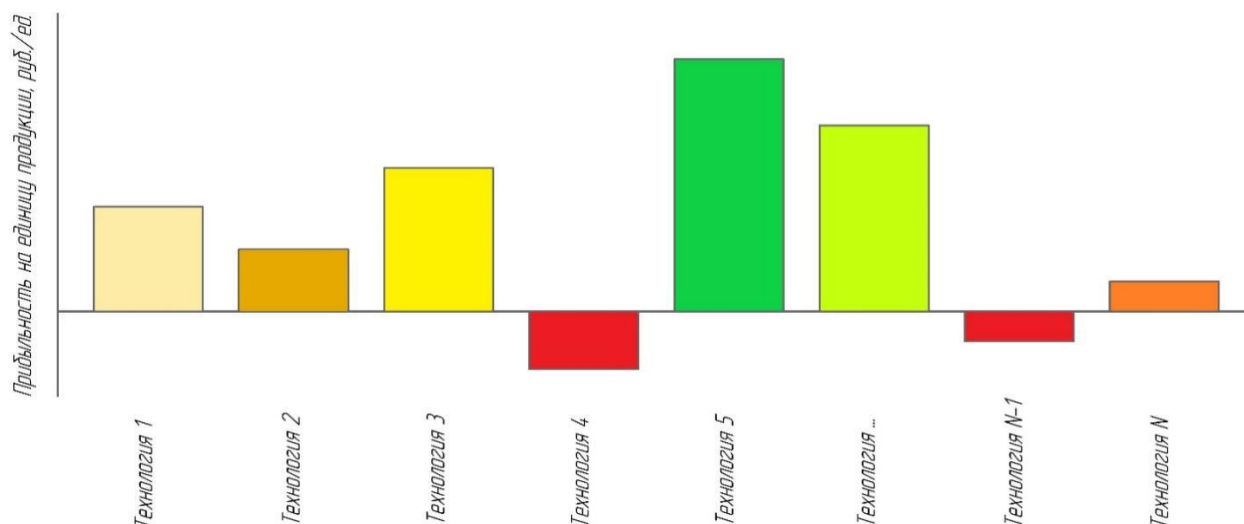
V_o – объём отходов, подлежащих реализации;

C_{po} – цена реализации отходов;

$\sum_{i=1}^n P_i$ – сумма расходов на реализацию анализируемой технологии.

На рисунке показан пример графического представления результатов расчёта прибыльности N-го количества технологий возделывания культуры в растениеводстве. По рисунку видно, что технологии 4 и N-1 убыточны, а максимальная прибыль от производства единицы продукции может быть получена в рамках технологии 5.

Однако в настоящее время для условий сельскохозяйственного производства норм рентабельности не установлено. Поэтому при поиске рациональной технологической цепочки целесообразно ориентироваться на экспертные мнения. В настоящее время минимум рентабельности, позволяющий сельскохозяйственному предприятию существовать и развиваться составляет 40-50% [1].



Пример графического представления результатов расчёта прибыльности различных технологий возделывания сельскохозяйственной культуры

Из вышесказанного следует, что растениеводство в современных условиях в нашей стране представляет собой отрасль высоких экономических рисков, однако эти риски могут быть снижены тщательной планово-экономической проработкой условий в хозяйстве и перспектив возделывания выбранных культур по технологиям, подкреплённым не только агрономическими соображениями, но и экономическими расчётами. Риск потери урожая вследствие негативных природных явлений может быть снижен страхованием посевов.

Сохранение существующей тенденции ценообразования на продукцию растениеводства по отношению к ресурсам для сельского хозяйства в условиях практически полного отсутствия мер государственной поддержки, неизбежно приведёт к банкротству большинства сельскохозяйственных предприятий. Вначале мелких, а затем и более крупных.

Список литературы

1. Растениеводы в поисках маржи. На чем смогут заработать аграрии в 2025 году. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/44011-rastenievody-v-poiskakh-marzhi-na-chem-smogut-zarabotat-agrarii-v-2025-godu/>.
2. Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2024 год. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/0e2/lipzc4kj90q2g0swbscxu6j5mc7e86rz.pdf>.
3. Ключевая ставка Банка России. – URL: https://cbr.ru/hd_base/KeyRate/.

<https://doi.org/10.26898/2026-178>
УДК 332.33

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Чиж Д.А., канд. экон. наук, доцент

Институт экономики НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь
e-mail: chyzh@yandex.ru

Аннотация. В статье проанализированы изменения площади сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь за 20-летний период по основным землевладельцам и землепользователям, а также по видам земель. Выявлены основные причины и факторы их изменения. Даются предложения по организации рационального использования и охраны земель в схемах землеустройства.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, землеустройство, земельный фонд, сельскохозяйственные организации

Сельскохозяйственные земли являются важнейшим ресурсом для экономического развития, социальной стабильности, продовольственной безопасности и экологической устойчивости. В то же время они сталкиваются с многочисленными вызовами современности, как то, урбанизация, эрозия почв, климатические изменения, что в конечном счете сокращает их площади и ухудшает качественные характеристики. Понимание основных процессов, протекающих в сельскохозяйственном землепользовании, необходимо для предвидения альтернативных путей его развития, принятия правильных управленческих решений.

В структуре землевладельцев и землепользователей сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь в 2025 году 99 % занимали 3 категории: сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства и граждане. В период с 1995 по 2025 г. в земельном фонде отмечалась устойчивая негативная тенденция сокращения сельскохозяйственных земель, площадь которых уменьшилась на 1,4 млн га (17,9 %), из них самый ценный вида земель – пашня, снизилась на 704 тыс. га (12,8 %).

Для более детального учета перераспределения сельскохозяйственных земель между категориями землевладельцев и землепользователей анализ проведен за 2005-2025 гг. по материалам реестра земельных ресурсов Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь, в котором приведены сведения о составе, структуре и распределении земель, их дифференциации по категориям земель и землепользователей, по видам земель, формам собственности на землю и видам прав на нее, а также по землепользованиям (земельным участкам) и административно-территориальным единицам (районам, городам областного подчинения, областям, Минску и стране в целом) [1].

Общая тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель была отмечена у всех категорий землепользователей, за исключением крестьянских (фермерских) хозяйств (табл. 1).

Таблица 1

Динамика и распределение сельскохозяйственных земель по категориям земель, землевладельцев и землепользователей, тыс. га

Категории земель, землевладельцев и землепользователей	2005 г.	2015 г.	2025 г.	2025 г. к 2005 г.	
				тыс. га	%
Сельскохозяйственные организации	7484,7	7505,5	7212,7	-272,0	96,4
Крестьянские (фермерские) хозяйства	130,5	153,9	318,1	187,6	243,8
Граждане	1226,5	842,0	318,7	-907,8	26,0
Организации промышленности, природоохранного назначения, ведущие лесное хозяйство, эксплуатирующие гидротехнические сооружения	79,0	65,3	22,0	-57,0	27,8
Земли, не предоставленные землепользователям, и земли общего пользования, не отнесенные к землям иных категорий землепользователей	90,8	65,6	58,5	-32,3	64,4
Итого сельскохозяйственных земель	9011,5	8632,3	7930,0	-1081,5	88,0

Основными землепользователями сельскохозяйственных земель являются в республике сельскохозяйственные организации (открытые и закрытые акционерные общества, республиканские и коммунальные унитарные предприятия и др.). На их долю в 2025 г. приходилось использование 91 % всех сельхозземель. На динамику изменения этих земель влияли различные факторы и причины. Так, из земель сельскохозяйственных организаций на начальных этапах земельной реформы для расширения личных подсобных хозяйств, для организации крестьянских (фермерских) хозяйств, создания и расширения садоводческих товариществ и дачных кооперативов, развития индивидуального жилищного

строительства выделялись значительные площади сельскохозяйственных земель. Далее был проведен значительный объем работ, получивший название «оптимизации землепользования», когда по материалам поучастковой кадастровой оценки часть низкоплодородных сельскохозяйственных земель была подвергнута частичной консервации и перепрофилированию использования. К примеру, на конец 2009 г. по республике было передано под залесение, под другие несельскохозяйственные земли, в запас около 100 тыс. га пахотных участков. Начиная с 2005 гг. в связи с сокращением численности личных подсобных хозяйств, падением интереса сельских жителей в ведении личного подсобного хозяйства, сенокошении и выпасе скота, земельные участки передавались сельскохозяйственным организациям. Еще одной причиной сокращения площадей были отводы земельных участков для не сельскохозяйственных целей под строительство объектов промышленного и гражданского строительства, инженерной инфраструктуры и др. Площади сельскохозяйственных земель также постоянно сокращаются в связи с процессами эрозии, опустынивания/деградации земель, загрязнения почв.

Крестьянские (фермерские) хозяйства в настоящее время используют 4 % сельскохозяйственных земель. За последние 20 лет их площадь увеличилась в 2,4 раза. Период их развития, начиная с 2010 г., можно охарактеризовать как этап восстановительного роста, когда их количество возросло на 1,6 тыс. шт., а площадь сельскохозяйственных земель увеличилась на 210 тыс. га.

В 2025 году впервые площади сельскохозяйственных земель крестьянских (фермерских) хозяйств и граждан уравнились. Сельскохозяйственные земли граждан претерпели наибольшую трансформацию за анализируемый период. Начиная с 2005 г. от них осталась только ¼ площади, и это несмотря на то, что количество зарегистрированных землепользователей с 2,7 млн в 2005 г. увеличилось до 2,9 млн в 2025 г. Основная причина кроется в существенном сокращении количества личных подсобных хозяйств на селе и практически полном отказе от такого целевого назначения земель граждан как «сенокошение и выпас скота».

Удельный вес сельскохозяйственных земель в структуре земельного фонда постепенно сокращается – с 45 % в 1995 г до 38,2 % в 2025 г. Распаханность сельскохозяйственных земель составляет 69,6 %, под постоянными культурами занято 1,0 %, луговыми землями – 29,4 % общей площади сельскохозяйственных земель (табл. 2).

Таблица 2

Динамика и распределение площади сельскохозяйственных земель по видам, тыс. га

Виды земель	1995 г.	2005 г.	2015 г.	2025 г.
Пахотные	6224,8	5547,9	5662,1	5520,3
Залежные	–	119,5	8,4	0,7
Под постоянными культурами	147,1	119,2	117,8	78,1
Луговые	2974,4	3289,7	2844,0	2330,9
Итого сельскохозяйственных земель	9346,3	9076,3	8632,3	7930,0

Изменения в структуре сельскохозяйственных земель происходили в основном между пахотными и луговыми землями. Удельный вес пашни в 1995 г. составлял 66,7 %, в 2005 г. – 61,1 %, в 2015 г. – 65,6 %, в 2025 г. – 69,6 %. Эти колебания были обусловлены работами оптимизации землепользования, изменением в экономическом состоянии аграрных предприятий. В последние годы состав сельскохозяйственных земель пополнялся земельными участками за счет освоения и вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых земель, рекультивации нарушенных земель, проведения других мелиоративных мероприятий. Убытие определялось изъятием и переводом сельхозземель для несельскохозяйственных нужд, под внутрихозяйственное строительство.

За годы проведения земельной реформы из-за отсутствия финансирования работ по разработке землеустроительной документации были практически свернуты работы прогнозированию и планированию землепользования. И если на уровне административных

районов разрабатываются схемы землеустройства [2, 3], то для уровня областей и республики отсутствует землеустроительный документ стратегического планирования, отражающий комплексный подход при формировании и реализации мероприятий в сфере землепользования, предусматривающий совершенствование землеустроительных действия при осуществлении государственной политики по управлению земельными ресурсами.

Необходима разработка Генеральной схемы использования и охраны земельных ресурсов Республики Беларусь для формирования системы представлений о целях, приоритетах, направлениях, ожидаемых результатах и прогнозных параметрах системы землепользования, в частности сельскохозяйственных земель. Генсхема должна быть связана с национальными целями и определять политику, стратегии, планы и программы, критерии и процедуры планирования землепользования и распределения земельных ресурсов.

Список литературы

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь: сайт. – URL: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/
2. Борисова О.А., Третьяк Ю.В. Оценка результативности схемы землеустройства Островецкого района в ходе выполнения авторского надзора за ее реализацией // Земля Беларуси. – 2025. – № 4. – С. 23–28.
3. Коробкин А.С., Комлева С.М. Анализ сельскохозяйственного землепользования в схеме землеустройства Дзержинского района // Вестник Белорусской государственной с.-х. академии. – 2025. – № 3. – С. 128–134.

<https://doi.org/10.26898/2026-179>
УДК 338.439

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Тимофеева А., студент

Научный руководитель – Шарыбар С.В., д-р экон. наук, проф.

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,

Новосибирск, Россия

e-mail: titanlis2003@gmail.com; sharubar@mail.ru

Аннотация. В условиях действия санкционного давления и курса на импортозамещение устойчивость агропродовольственной системы субъектов Российской Федерации становится критически важным фактором национальной стабильности. В сложившихся реалиях считаем необходимым проанализировать этапы реализации продовольственной безопасности в историческо-хронологическом контексте.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, доктрина, аграрная политика

В наиболее общем виде продовольственная безопасность понимается как состояние экономики, при котором обеспечивается продовольственная независимость страны, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина качественных пищевых продуктов в объемах и ассортименте, соответствующих научно обоснованным нормам, необходимых для активного и здорового образа жизни [1].

Обеспечение продовольственной безопасности в Российской Федерации прошло сложный эволюционный путь, сформировав уникальный опыт, сочетающий этапы глубокого

кризиса, импортной зависимости и последующего импортозамещающего роста. Становление современной системы обеспечения продовольственной безопасности можно структурировать по следующим ключевым этапам.

1. Этап системного кризиса (1990-е – начало 2000-х гг.)

После распада СССР сложившаяся плановая система агропродовольственного снабжения оказалась разрушена. Глубокий спад сельскохозяйственного производства выражался в сокращении к 1998 году более чем на 40% по сравнению с дореформенным периодом валовой продукции сельского хозяйства [2]. Разрыв между сельским хозяйством, перерабатывающей промышленностью и торговлей привел к удлинению цепочек создания стоимости и росту цен. Наблюдался рост импортной зависимости, доля импорта на продовольственном рынке по отдельным товарным группам, таким как мясо, молоко, сахар, достигала 40-50%, что создавало критическую уязвимость национальной экономики [3].

2. Этап институционального становления и программно-целевого регулирования (2000-е – 2010-е гг.)

Осознание продовольственной безопасности как стратегического приоритета привело к формированию целостной системы государственного регулирования.

В 2010 году была принята Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Этот документ впервые на законодательном уровне закрепил цели, задачи и критерии продовольственной безопасности. Были установлены пороговые значения самообеспечения по основным видам продукции: зерно – не менее 95%, мясо – не менее 85%, молоко и молокопродукты – не менее 90%.

Последовательная реализация программ (2008-2012, 2013-2020 гг.) сфокусировалась на финансовой поддержке товаропроизводителей, субсидировании процентных ставок по кредитам, развитии племенного животноводства и элитного семеноводства. Важным инструментом стала поддержка малых форм хозяйствования, которые продемонстрировали высокую эффективность в производстве отдельных видов продукции, например картофеля [4].

3. Современный этап (с 2014 г. по настоящее время): курс на импортозамещение и суверенизацию

Введение продовольственного эмбарго в 2014 году и последующие санкционные ограничения стали катализатором глубоких структурных изменений в отечественном агропромышленном комплексе. Российский опыт этого периода характеризуется активной поддержкой инвестиционных проектов. Реализация механизма «единой региональной субсидии» и льготного кредитования позволила стимулировать частные инвестиции в создание и модернизацию крупных животноводческих комплексов, тепличных хозяйств, логистических центров.

Достижение и превышение целевых показателей Доктрины-2010: Россия не только достигла, но и существенно превысила пороговые значения самообеспечения по зерну (свыше 150%), сахару (более 100%), растительному маслу. Наблюдается устойчивый рост в производстве мяса свинины и птицы [5].

Новая редакция Доктрины в 2020 году расширила перечень показателей, включив в него, помимо физической доступности, критерии экономической доступности и качества питания. Сделан акцент на устойчивости агропродовольственной системы к внешним вызовам, включая климатические риски и колебания мировых рынков

Россия трансформировалась из крупного импортера в одного из ведущих мировых экспортеров зерна, что стало важным фактором укрепления макроэкономической стабильности.

Несмотря на значительные успехи, сохраняется ряд системных проблем. Высокие темпы роста в растениеводстве и птицеводстве контрастируют с сохраняющейся уязвимостью отечественного молочного и тепличного овощного скотоводства, где уровень самообеспеченности остается ниже целевых показателей. Значительный разрыв в уровне

развития агропромышленного комплекса и, как следствие, продовольственной безопасности между регионами-донорами и регионами-реципиентами. Высокая доля импортных семян, племенного материала, ветеринарных препаратов и сельскохозяйственной техники создает новые риски для устойчивости системы. Низкий уровень доходов значительной части сельского населения, что ограничивает внутренний спрос и экономическую доступность продовольствия.

Таким образом, российский опыт обеспечения продовольственной безопасности демонстрирует эффективность комбинации жестких протекционистских мер с комплексной государственной поддержкой инвестиционных и инновационных процессов в агропромышленном комплексе. Сформированная модель доказала свою устойчивость к внешним шокам, однако для решения сохраняющихся структурных дисбалансов требуется дальнейшая адаптация инструментов государственной аграрной политики.

Список литературы

1. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Продовольственная безопасность региона: сущность, угрозы, факторы ее определяющие // *Фундаментальные исследования*. – 2019. – № 6. – С. 112-117.
2. Алтухов А.И. Продовольственная безопасность страны: проблемы и суждения. – М.: Экономика, 2021. – 156 с.
3. Экономическая безопасность России: общий курс: учебник / под ред. В.К. Сенчагова. – М.: Дело, 2020. – 896 с.
4. Федоренко В.Ф., Шарипов М.М. Продовольственная безопасность регионов Российской Федерации: вопросы теории и практики. – М.: РГАУ-МСХА, 2019. – 215 с.
5. Ушачев И.Г. Стратегические ориентиры обеспечения продовольственной безопасности России // *АПК: Экономика, управление*. – 2020. – № 5. – С. 4-15.

Секция 5

ЗООТЕХНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ

<https://doi.org/10.26898/2026-180>
УДК 365.01/25

РАДИОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ СУХИХ КОРМОВ ДЛЯ КОШЕК РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Абдулова К.Р., студент,

Яньшина К.С., студент

Научный руководитель – Гречкина В.В., канд. биол. наук, доцент
Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия
e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования содержания радионуклидов в трех образцах сухих кормов для кошек от производителей «Royal Canin», «Purina ONE» и «Katty PRO», а также определение их соответствия действующим нормативам. Для проведения анализа использовались современные радиометрические методы. Полученные в эксперименте данные свидетельствуют, что уровни альфа- и гамма-излучения во всех исследованных образцах сухих кормов для кошек не превышают установленных нормативных значений согласно ГОСТ Р 55453-2022. Это позволяет сделать вывод о радиологической безопасности представленных кормов для употребления животными.

Ключевые слова: корм, радионуклиды, альфа- и гамма-активность, загрязнение

Введение. В последние годы проблема радиационной безопасности продуктов питания и кормов для домашних животных приобрела особую актуальность в связи с ростом экологических проблем и увеличением количества радионуклидов в окружающей среде. Имеется прямая зависимость между здоровьем домашних животных и безопасностью потребляемых ими продуктов. Радиоактивные вещества, содержащиеся в корме, могут оказывать негативное влияние на здоровье питомцев, поэтому важно обеспечивать их экологическую чистоту и безопасность, что требует проведения регулярных исследований и мониторинга радионуклидов [1].

Основной источник поступления радионуклида в организм сельскохозяйственных животных - корм, в меньшей степени - вода (2%) и воздух [2]. Радионуклиды, поступившие в организм, включаются в метаболические процессы и, накапливаясь в структурах органов и тканей, являются источником сравнительно длительного, убывающего по своей интенсивности облучения [3].

Цель исследования – определить содержание радионуклидов в сухих кормах для кошек и оценить их безопасность с учетом действующих нормативов.

Материал и методы. Исследование проведено в условиях научного центра оценки и экспертизы Оренбургского ГАУ. Объектом исследования служили пробы сухого корма для кошек таких производителей как «Royal Canin» (первый образец), «Purina ONE» (второй образец), «Katty PRO» (третий образец).

Для исследования кормов на радиацию (контроля содержания радиоактивных веществ) используют радиометрические и радиохимические методы. Эти методы применяют в ветеринарном радиационном контроле, который направлен на выявление кормов с

содержанием нормируемых радионуклидов выше величин, установленных санитарными и ветеринарными правилами и нормами [4].

Исследование было проведено на альфа-радиометре - приборе для измерения активности альфа-излучающих радионуклидов в пробах или воздухе; МКС-03СА - персональный дозиметр-радиометр, предназначенный для измерения удельной активности радионуклидов в пробах пищевых продуктов и других объектов внешней среды. В качестве дополнительного оборудования использовались лабораторная зерновая мельница ЛЗМ-1, предназначенная для размолва крупных частиц при подготовке проб и аналитические весы ВСЛ-60, предназначенные для точных статических измерений массы различных предметов.

Основные данные были подвергнуты статистическому анализу с использованием программы Excel.

Результаты и обсуждение. При изучении уровней альфа-излучения было установлено, что в первом образце доза альфа-излучения составила $1,036 \text{ Бк/м}^3$; во втором – $7,029 \text{ Бк/м}^3$; в третьем – $0,0236 \text{ Бк/м}^3$. Таким образом, в корме «Katty Pro» общая доля альфа-активности гораздо меньше 1% сравнительно «Purina One», а в «Royal Canin» активность составляет около 15% от активности «Purina One» (рис. 1).

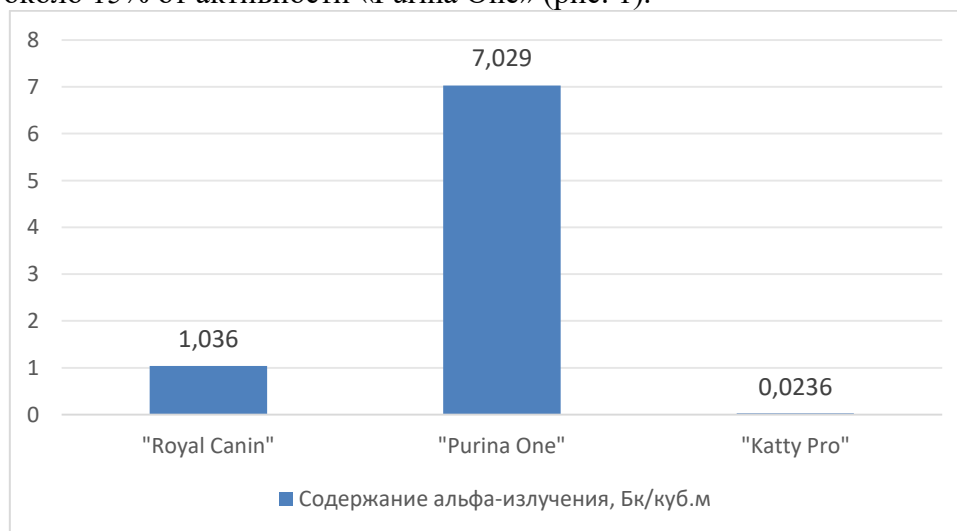


Рис. 1. Содержание доз альфа-излучения в исследуемых образцах

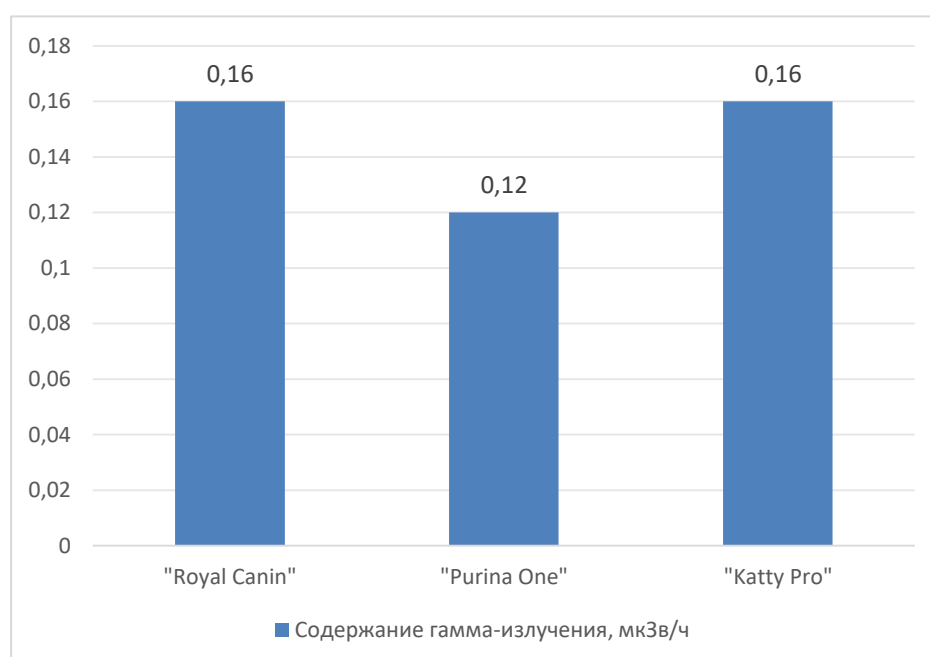


Рис. 2. Содержание доз гамма-излучения в исследуемых образцах

При изучении уровней гамма-излучения было установлено, что в первом и третьем образцах доза гамма-излучения составила 0,16 мкЗ/ч; во втором образце - 0,12 мкЗ/ч. Таким образом, можно сделать вывод, о том, что гамма-активность в кормах «Royal Canin» и «Katty Pro» на 25% выше, чем в корме «Purina One» (рис. 2).

Вывод. Проведенные исследования показали, что уровень альфа- и гамма-радиации в проанализированных образцах сухих кормов для кошек находится в пределах установленных нормативных значений (согласно ГОСТ Р 55453-2022). Это свидетельствует о том, что данные корма безопасны для употребления животными с точки зрения радиологической безопасности.

Список литературы

1. Саврасов Д.А., Карташов С.С., Михайлов А.А. Радиобиология. Биологическое действие ионизирующих излучений и лучевые поражения сельскохозяйственных животных: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2024. – 168 с.
2. Степанов В.Г. Ветеринарная радиобиология: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022. – 352 с.
3. Корецкая Е.А. Ветеринарная радиобиология: учеб. пособие. – Тверь: Тверская ГСХА, 2024. – 210 с.
4. Родионова Т.Н. Ветеринарная радиобиология: краткий курс лекций для студентов IV курса по специальности 36.05.01 «Ветеринария». – Саратов, 2016. – 83 с.
5. Гречкина В.В., Торшков А.А., Герасименко В.В. и др. Изучение уровня гамма и альфа-излучения в лакомствах для кошек // Актуальные проблемы и приоритетные направления развития современной ветеринарной медицины и биотехнологий: сб. науч. тр. – Оренбург, 2025. – С. 605–607.

<https://doi.org/10.26898/2026-181>
УДК 636.2.034/636.082

ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ *TNF-L-824*, *SCD1*, *PIT1* НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ КРАСНОЙ СТЕПНОЙ ПОРОДЫ

Авадани Д.А.^{1,2}, м.н.с., аспирант,
Гончаренко Г.М.¹, д-р биол. наук, зав. лабораторией,
Хорошилова Т.С.¹, канд. биол. наук, с.н.с.,
Халина О.Л.¹, н.с.,
Гришина Н.Б.¹, канд. биол. наук, с.н.с.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: avdanida@sfsc.ru

Анотация. Представлены результаты исследований молочной продуктивности красной степной породы с учётом генотипов генов *TNF-L-824*, *SCD1*, *Pit1*, выявленных методом ПЦР-ПДРФ анализа. Определены некоторые приоритетные генотипы. Коровы с генотипом *TNF-L-824^{AA}* имели удой на 1002,3 кг, содержанием жира на 0,1%, белка на 0,21 % выше, по сравнению с животными с генотипом *TNF-L-824^{GG}*. Гетерозиготные животные по этому гену также имели более высокое содержание жира на 0,08 %, белка на 0,18 %, чем коровы с *TNF-L-824^{GG}*. Первотёлки с генотипом *SCD1^{CC}* отличались более высоким удоем на 451,8 кг относительно группы животных с генотипом *SCD1^{TT}*. По третьей

лактации наиболее высокий удой на 784,8 кг наблюдался у коров с генотипом *SCD1*^{TT}, чем у гетерозигот.

Ключевые слова: красная степная порода, генотип, продуктивность, воспроизводство

Введение. Полученные рядом авторов обнадёживающие данные по связи некоторых генов с продуктивностью и резистентностью животных, представляют интерес для поиска желательных генотипов в конкретных породах и стадах. Выбор генов для исследований определяется их значимостью для организма животного и полиморфностью в конкретной породе, включая гены белков молока, гормонов и ферментов. В современных промышленных условиях содержания животных, особое значение придаётся генам, оказывающим влияние на иммунную систему, таких как *TNF-L-824*. Как показали исследования [1, 2] частота генотипов гена *TNF-L-824* в породах имеет существенные отличия. Установлено, что коровы с генотипом *TNF-L-824*^{AA} отличались наиболее высокой молочной продуктивностью, но при этом у них наблюдалось понижение репродуктивной способности [3].

В последнее время при поиске генов-кандидатов маркёров привлекает внимание ген *SCD1*, регулирующий соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, поэтому он может рассматриваться, в первую очередь, как потенциальный маркёр качественного состава молока. Однако есть сведения и о влиянии этого гена на другие важные селекционируемые признаки. По сообщению [4–6] его генотипы связаны с удоём, содержанием жира и белка, а также репродуктивными качествами коров и тёлочек.

Ген *Pit1* интересен тем, что он принимает участие в транскрипции нескольких генов: *GHRH*, *TSH*, *PRL* выполняющих важные функции в организме в процессах роста, развития и синтеза молока. Его полиморфизм имеет значительные породные различия, которые по сообщению [7, 8] также наблюдаются в одной породе в пределах горной и равнинной местности, например, в кавказской бурой породе. Выявленные связи с молочной продуктивностью у коров разных пород дают основание считать его надёжным маркёром и использовать ген *Pit1* в селекции молочного скота [9, 10].

Материал и методы исследования. Исследования проведены на выборке из 100 коров красной степной породы в хозяйстве, расположенном в степной засушливой зоне Сибири. Молекулярно-генетический анализ был проведён в лаборатории биотехнологий СибНИПТИЖ СФНЦА РАН с использованием апробированных методик. Выявление полиморфизма гена *TNF-α -824 A/G* проводили согласно описанной методике [11]. Генотипы гена *SCD1* выявляли согласно протоколу, описанному [12]. Генотипы генов *Pit1* идентифицировали согласно описанной методике [13]. Геномную ДНК выделяли из крови с использованием набора экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя ООО «НекстБио» (Москва). Амплификацию проводили в амплификаторе C1000 «BioRad». Идентификацию генотипов определяли электрофорезом в 3% агарозном геле в УФ-свете с использованием геледокументирующей системы E-Box-CX5.TS-20.M.

Обработка данных проводилась с использованием формул биометрического анализа в программе Excel.

Результаты исследований. Изучение влияния генотипов гена *TNF-L-824* на молочную продуктивность и качественный состав молока проводили с учётом возраста коров: первой, второй, третьей и последующим лактациям. Показано, что коровы с генотипом *TNF-L-824*^{AA} по первой лактации имели удой выше на 1002,3 кг, по сравнению с животными с генотипом *TNF-L-824*^{GG} ($p \leq 0,001$). Однако по второй лактации различия несколько сгладились, тем не менее между генотипами *TNF-L-824*^{AG} и *TNF-L-824*^{GG} они достигли порога достоверности 485,4 кг ($p \leq 0,05$) в пользу гетерозиготных животных. Практически такой же удой имели коровы с генотипом *TNF-L-824*^{AA}. По третьей лактации удой коров с разными генотипами был практически одинаковый (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность коров за 305 дней лактации в зависимости от носительства генотипа по гену *TNF-L-824*

Показатель	Генотип		
	<i>TNF-L-824^{AA}</i>	<i>TNF-L-824^{AG}</i>	<i>TNF-L-824^{GG}</i>
<i>Первая лактация</i>			
<i>n</i>	15	44	35
Удой, кг	5717,8 ± 278,4	5321,6 ± 701,6	4715,5 ± 157,7
Жир, %	4,38 ± 0,03	4,36 ± 0,03	4,28 ± 0,02
Белок, %	3,46 ± 0,05	3,43 ± 0,06	3,25 ± 0,03
<i>Вторая лактация</i>			
<i>n</i>	10	37	30
Удой, кг	5904,4 ± 436,7	5938,9 ± 149,6	5453,5 ± 142,50
Жир, %	4,35 ± 0,02	4,38 ± 0,02	4,39 ± 0,03
Белок, %	3,39 ± 0,03	3,49 ± 0,03	3,40 ± 0,02
<i>Третья лактация и старше</i>			
<i>n</i>	8	41	58
Удой, кг	6231,5 ± 395,7	6304,5 ± 222,1	6591,5 ± 160,7
Жир, %	4,34 ± 0,05	4,40 ± 0,02	4,42 ± 0,02
Белок, %	3,45 ± 0,06	3,49 ± 0,02	3,51 ± 0,02

Кроме того, первотёлки с генотипом *TNF-L-824^{AA}* отличались и более высоким содержанием жира на 0,1% по сравнению с генотипом *TNF-L-824^{GG}* ($p \leq 0,001$). Гетерозиготные животные также имели более высокое содержание жира на 0,08 %, чем *TNF-L-824^{GG}* ($p \leq 0,05$). По второй и третьей лактации существенных различий между животными с разными генотипами гена *TNF-L-824* не установлено.

По содержанию белка в молоке более выгодно по первой лактации отличались также коровы с генотипом *TNF-L-824^{AA}* по сравнению с *TNF-L-824^{GG}*. Различие составляет 0,21 ($p \leq 0,001$). Гетерозиготные животные имели превосходство над животными *TNF-L-824^{GG}* на 0,18 % ($p \leq 0,01$). Однако выявленная зависимость не подтвердилась по второй лактации, где более высокое содержание белка было у коров с генотипом *TNF-L-824^{AG}*, превосходящее на 0,1 % животных гомозиготных по аллелю *A* и на 0,9 %, гомозиготных по аллелю *G* ($p \leq 0,05$). В третьей лактации показатели молочной продуктивности сгладились и различий не выявлено.

Анализ молочной продуктивности и качественного состава молока коров красной степной породы в разрезе генотипов гена *SCD1* не позволил выявить каких-либо различий по учтённым показателям, за исключением удоя по второй лактации, который был выше на 451,8 кг у коров с генотипом *SCD1^{CC}*, по сравнению с альтернативным генотипом *SCD1^{TT}* ($p \leq 0,05$). Однако по третьей лактации наиболее высокий удой наблюдался у коров с генотипом *SCD1^{TT}* на 784,8 кг, чем у гетерозигот ($p \leq 0,05$) (табл. 2).

При анализе ассоциативной связи генотипов гена *Pit1* с удоём и качественным составом молока получены противоречивые данные (табл. 3). Приоритетных генотипов по удою в первой и второй лактации не выявлено, в третьей лактации этот показатель был выше у коров *Pit1^{AB}* на 684,2 кг по отношению к животным с генотипом *Pit1^{BB}* ($p \leq 0,05$). Они же отличались повышенным содержанием жира и белка в молоке на 0,07 и 0,09 % против коров с генотипом *Pit1^{BB}* соответственно ($p \leq 0,05$).

Таблица 2

Продуктивность коров за 305 дней лактации в зависимости от носительства генотипа по гену *SCD1*

Показатель	Генотип		
	<i>SCD1^{CC}</i>	<i>SCD1^{CT}</i>	<i>SCD1^{TT}</i>
<i>Первая лактация</i>			
<i>n</i>	64	26	4
Удой, кг	5247,5 ± 125,4	4799,5 ± 200,9	5026,8 ± 212,0
Жир, %	4,34 ± 0,02	4,29 ± 0,03	4,34 ± 0,07
Белок, %	3,37 ± 0,02	3,30 ± 0,03	3,34 ± 0,09
<i>Вторая лактация</i>			
<i>n</i>	49	23	4
Удой, кг	5811,3 ± 134,0	5664,9 ± 208,6	5359,5 ± 123,5
Жир, %	4,38 ± 0,02	4,39 ± 0,03	4,30 ± 0,04
Белок, %	3,46 ± 0,02	3,42 ± 0,03	3,50 ± 0,03
<i>Третья лактация и старше</i>			
<i>n</i>	63	40	4
Удой, кг	6526,7 ± 151,8	6280,0 ± 231,4	7064,8 ± 272,6
Жир, %	4,40 ± 0,01	4,41 ± 0,02	4,43 ± 0,06
Белок, %	3,51 ± 0,02	3,48 ± 0,03	3,57 ± 0,07

Таблица 3

Продуктивность коров за 305 дней лактации в зависимости от носительства генотипа по гену *Pit1*

Показатель	Генотип		
	<i>Pit1^{AA}</i>	<i>Pit1^{AB}</i>	<i>Pit1^{BB}</i>
<i>Первая лактация</i>			
<i>n</i>	6	27	61
Удой, кг	5049,3 ± 501,6	5283,6 ± 208,1	5045,6 ± 122,4
Жир, %	4,36 ± 0,04	4,35 ± 0,02	4,32 ± 0,02
Белок, %	3,42 ± 0,07	3,38 ± 0,04	3,33 ± 0,02
<i>Вторая лактация</i>			
<i>n</i>	5	21	50
Удой, кг	6375,2 ± 565,8	5808,2 ± 169,2	5652,7 ± 134,7
Жир, %	4,40 ± 0,05	4,40 ± 0,03	4,37 ± 0,02
Белок, %	3,52 ± 0,04	3,48 ± 0,02	3,43 ± 0,02
<i>Третья лактация и старше</i>			
<i>n</i>	5	24	78
Удой, кг	6895,4 ± 482,1	6956,2 ± 255,5	6272,0 ± 145,5
Жир, %	4,44 ± 0,03	4,46 ± 0,02	4,39 ± 0,01
Белок, %	3,53 ± 0,04	3,57 ± 0,02	3,48 ± 0,02

Обсуждение результатов. Сравнительная оценка полученных нами результатов с литературными данными показала значительное совпадение по связи генотипов с молочной продуктивностью и качественным составом молока. Более высокий удой, как в наших исследованиях, так и по данным [3], был у коров с генотипом *TNF-L-824^{AA}*, у которых он был на уровне – 8587,7, что выше на 1195,5 и 968,6 кг по сравнению с альтернативными генотипами.

Приоритетность генотипа *SCD1^{CC}* была установлена и в исследованиях [4, 14] на коровах голштинской породы. Более высокий удой коров этой породы с генотипом *SCD1^{CC}* в сравнении с генотипом *SCD1^{CT}* на 711,3 кг, отмечен в работе [5]. В отношении связи гена *SCD1* с удоём нами получены противоречивые данные. Тем не менее коровы с генотипами *SCD1^{CC}* и *SCD1^{TT}* имели более высокий удой по сравнению с гетерозиготами.

О желательности гетерозиготного генотипа гена *Pit1* по молочное продуктивности свидетельствуют наши данные и исследования [10] на коровах холмогорской породы татарстанского типа. В то же время в литературе существуют и другие данные относительно связи генотипов с более высокими удоями, где к лучшим относится *Pit1^{AA}* [9]

Заключение. Исследования связи генотипов генов *TNF-L-824*, *SCD1*, *Pit1* коров красной степной породы позволили выявить приоритетные генотипы, молочная продуктивность которых была значительно выше, в сравнении с альтернативными генотипами. Совпадение в ряде случаев с литературными данными позволяет использовать их в качестве дополнительной информации в селекции животных. В то же время некоторая противоречивость ассоциативных связей указывает на необходимость дальнейших исследований на более объёмной выборке с использованием надёжных фенотипических данных.

Список литературы

1. Кочнев Н.Н., Крыцина Т.И., Айтназаров Р.Б., Гончаренко Г.М., Юдин Н.С. Влияние полиморфизма – 824 A/G гена на молочную продуктивность коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2014. - № 4 (239). – С. 68-74.
2. Калашникова Л.А., Багаль И.Е., Калашников В.Е. Полиморфизм гена фактора некроза опухоли (TNF) у крупного рогатого скота холмогорской породы // Вестник ОшГАУ. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния. - 2023. - № 4 (5).
3. Сафина Н., Фаттахова З.З., Гайнутдинова Э.Р., Шакирова Ш.К. Экономические потери молока и выручка вследствие яловости коров с разными генотипами гена *TNF-L-824* // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2022. - Т. 252. - № 4. - С. 216-221.
4. Юльметьева Ю.Р., Сафина Н.Ю., Шарафутдинов Г.С., Шакиров Ш.К. Полиморфизм гена стеарил-коадесатуразы (*SCD1*) для локусов количественных признаков молочной продуктивности // Аграрный научный журнал. - 2018. - № 11. - С. 43-45.
5. Зиннатов Ф.Ф., Якупов Т.Р., Зиннатова Ф.Ф., Ахметов Т.М., Овсянников А.П., Чевтаева Н.Д. Взаимосвязь генов *LEP*, *TG5*, *SCD1* с жирномолочностью коров // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2022. - Т. 250. - № 2. - С. 85-92.
6. Лейбова В.Б., Позовникова М.В. Биохимический профиль крови в послелетельный период у коров-первотёлок в связи с полиморфными вариантами гена *SCD1* и репродуктивной способностью // Аграрный вестник Урала. - 2020. - № 4 (195). - С. 56-63.
7. Суржикова Е.С., Михайленко Т.Н., Евлагина Д.Д. Особенности полиморфизма генов *PIT-1*, *PRL* у коров кавказской бурой породы, разводимой в республике Дагестан // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. - 2022. - Т. 11. - № 1. - С. 32-36.
8. Оздемиров А.А., Чинова Л.Н., Хожиков А.А., Суржикова Е.С., Михайленко А.К. Гематологический профиль, генетическая изменчивость молочного скота кавказской бурой породы в разных эколого-географических зонах // Юг России: экология, развитие. - 2021. - Т. 16. - № 4. - С. 146-151.
9. Дроздов Е.В., Заякин В.В., Нам И.Я. Аллельный полиморфизм гена *PIT-1* в стадах крупного рогатого скота Брянской области и его связь с молочной продуктивностью // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2011. - Т. 13. - № 5. - С. 235-240.
10. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Зиннатова Ф.Ф., Шакиров Ш.К. Связь полиморфизма гена *PIT-1* (*POU1F1*) с признаками молочной продуктивности и воспроизводительной способности голштинского крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. - 2019. - Т. 33. - № 11. – С. 69-73.
11. Люханов М.П., Короткевич О.С., Петухов В.Л., Себежко О.И. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNPs по гену *TNF1* у крупного рогатого скота

чёрно-пёстрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью // Зоотехния. – 2015. – № 3. – С. 2–3.

12. Сафина Н.Ю., Юльметьева Ю.Р., Ахметов Т.М., Шакиров Ш.К., Зиннатова Ф.Ф. Влияние генотипов гена Стеарил-Коа-десатуразы на энергию роста коров-первотёлок голштинской породы // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2017. - Т. 23. - № 3. - С. 119-123.

13. Позовникова М.В., Сердюк Г.Н. Связь полиморфизма гена *Pit-1* с продуктивными признаками голштинизированного чёрно-пёстрого скота // Генетика и разведение животных. - 2017. - № 4. - С. 37-41.

14. Зарипов О.Г. Влияние полиморфизма генов SCD1 (стеарил-коакодесатуразы) и AGPAT6 (1-ацилглицерин-3-фосфат -о-ацилтрансфераза) на содержание и жирнокислотный состав молочного жира у коров голштинизированной чёрно-пёстрой породы // Международный научно-исследовательский журнал. - 2023. - № 11. - С. 1-9.

<https://doi.org/10.26898/2026-182>
УДК 637.054/057

ДЕГУСТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА МЯСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

Бабаков В.Ю., аспирант, м.н.с.

Научный руководитель – Солошенко В.А., акад. РАН
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: zlatoust_slava@mail.ru

Аннотация. Для выявления влияния факторов внешней среды и породной принадлежности на качество мяса были отобраны четыре породы крупного рогатого скота (абердин-ангусская, герефордская, казахская белоголовая, чёрно-пёстрая) и проведён научно-хозяйственный опыт. В статье приводятся результаты дегустационной оценки варёной говядины и бульона исследуемых четырёх пород крупного рогатого скота.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, порода, мясо, дегустационная оценка

В лаборатории разведения мясного скота СибНИПТИЖ СФНЦА РАН была проведена дегустационная оценка образцов говядины наиболее распространённых пород крупного рогатого скота. Молодняк чёрно-пёстрой, преобладающей в мясном балансе, выращенной до 8–9 месяцев по молочной технологии, а также бычки-отъёмыши абердин-ангусской, герефордской и казахской белоголовой пород после подсоса были размещены на откормочной площадке с одинаковыми условиями содержания и кормления. После 6-месячного доращивания и откорма они были забиты и разделаны по традиционной колбасной технологии (рис. 1).



Рис. 1. Полутуши четырёх пород мясного скота

В нашем эксперименте контрольный убой был проведен в полном соответствии с методическими пособиями ВИЖа и ВНИИМПа (1965), а также в соответствии с рекомендациями СО РАСХН (2005). Перед убоем бычков выдержали 24 часа без корма при свободном доступе к воде. Контрольный убой бычков показал, что их мясная продуктивность находится в зависимости от принадлежности к генотипу. Образцы для варки были взяты из длиннейшей мышцы спины каждой из ранее перечисленных пород.

Созданная дегустационная комиссия состояла из 11 человек, которая согласно нормативным требованиям провела органолептическую оценку (рис. 2) четырёх образцов варёного мяса и бульона [1].



Рис. 2. Дегустационная оценка образцов

В нашем опыте мы применили варку идентичных образцов говядины. Греющей средой при варке мяса являлась вода, в неё переходит некоторое количество составных частей продукта. Термическая обработка мяса улучшает его перевариваемость и

потребительскую ценность, обеспечивает уничтожение микроорганизмов и нейтрализует собственные ферменты мяса [2].

На рис. 3 приведены фото четырёх образцов варёного мяса для дегустации.



Рис. 3. Образцы варёного мяса четырёх пород мясного скота: № 1 – чёрно-пёстрая; № 2 – абердин-ангусская; № 3 – герефордская; № 4 – казахская белоголовая

Многие исследователи стремились найти взаимосвязь между физико-химическими показателями и вкусовыми качествами мяса, но практически до сих пор не получено ни одного показателя или их сочетания физических или химических свойств, которые бы коррелировали со вкусовыми качествами мяса [3].

На практике получается, что органолептическая оценка становится окончательной при определении качества продукта. Мясо может быть очень питательным, иметь хороший товарный вид, но если оно не обладает оригинальным вкусом, то не будет пользоваться спросом у потребителя [4]. Данные дегустационной оценки обработаны методом вариационной статистики в программе Snedecor [5].

Результаты дегустационной оценки четырёх образцов варёного мяса приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Дегустационная оценка образцов варёного мяса, балл

Группа	Органолептические показатели					Общая оценка качества
	Внешний вид	Запах (аромат)	Вкус	Консистенция (нежность, жесткость)	Сочность	
1	7,7±0,3	7,3±0,5	6,7±0,6	6,7±0,6	6,3±0,6	6,94
2	8,3±0,3	8,0±0,2	8,2±0,3	7,8±0,4	7,7±0,3	8,0
3	8,0±0,4	8,1±0,2	6,2±0,2	8,3±0,2	7,8±0,2	7,68
4	8,3±0,3	8,2±0,2	8,0±0,3	7,7±0,8	7,7±0,6	7,98

Примечание. Здесь и далее в таблицах: группа 1 – чёрно-пёстрая порода; 2 – абердин-ангусская; 3 – герефордская; 4 – казахская белоголовая.

В ходе дегустации было выявлено, что наилучшим внешним видом (8,3) обладали образцы: 2 (8,3) (абердин-ангусская порода) и 4 (8,3) (казахская белоголовая порода), наилучшим запахом (ароматом) (8,2) - образец 4 (казахская белоголовая порода), наилучший вкус (8,2) имел образец 2 (абердин-ангусская порода), наилучшая консистенция (8,3) и сочность (7,8) - у образца 3 (герефордская порода).

Далее также были продегустированы образцы бульона от мяса четырёх пород крупного рогатого скота в той же последовательности (рис. 4).



Рис. 4. Образцы бульона из мяса четырёх пород животных

В табл. 2 приведены данные статистической обработки результатов дегустации бульона от мяса подопытных животных.

Таблица 2

Дегустационная оценка бульона, балл					
Группа	Органолептические показатели				Общая оценка качества
	Внешний вид	Запах (аромат)	Вкус	Наваристость	
1	7,3±0,3	7,5±0,6	7,3 ±0,6	6,7±0,6	7,2
2	8,0±0,3	7,7±0,3	7,7±0,3	7,6±0,4	7,8
3	7,1±0,2	7,3±0,2	7,2±0,3	6,3±0,4	7,0
4	7,5±0,3	7,5±0,3	8,5±0,2	8,2±0,4	7,9

Наилучшим внешним видом (8,0) и ароматом (7,7) обладал образец 2 (абердин-ангусская порода), а наилучший вкус (8,5) и наваристость (8,2) имел образец 4 (казахская белоголовая порода).

На вкус мяса большое влияние оказывают окислительные процессы, происходящие при нормальном его созревании, влияет способ термообработки (варение, жарение). Наиболее важными являются наличие и свойства соединительной ткани, в состав которой входят коллаген и эластин. Первый в процессе обработки мяса превращается в желатин, эластин же более теплоустойчив. Другие ученые считают, что проблему нежности мяса значительно быстрее можно решить путем улучшения переработки мяса, чем методом селекции. Экстрактивные вещества и продукты их превращений участвуют в создании специфического вкуса и аромата мяса [6].

Таким образом, по результатам дегустационной оценки можно сделать следующие выводы:

1. Наилучшими образцами варёного мяса являются: по внешнему виду – абердин-ангусская (8,3) и казахская белоголовая (8,3) породы, по запаху (аромату) – казахская белоголовая (8,2), по вкусу – абердин-ангусская (8,2), по консистенции (8,3) и сочности (7,8) – герефордская.

2. Наилучшими образцами бульонов из мяса являются: по внешнему виду (8,0) и аромату (7,7) – абердин-ангусская порода, по вкусу (8,5) и наваристости (8,2) – казахская белоголовая.

Список литературы

1. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. - М.: Стандартинформ, 2016. - 20 с.
2. Бражников А.М. Теория термической обработки мясопродуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.

3. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров: учебник. - 3-е изд., испр. и доп. - Новосибирск, 2002. - 556 с.
4. Родина Т.Г., Николаева М.А., Елисеева Л.Г. и др. Справочник по товароведению продовольственных товаров / под ред. Т.Г. Родиной. – М.: Колос-С, 2003. – 608 с.
5. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. - 2-е изд. - Краснообск, 2010. - 237 с.
6. Незавитин А.Г., Кобцев М.Ф., Захаров Н.Б. и др. Мясная продуктивность крупного рогатого скота. - Новосибирск, 2001. - 316 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-183>
УДК 636.5.6

ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ НА СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ КРОВИ, ВОСПРОИЗВОДСТВО И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

**Бекенёв В.А., д-р с.-х. наук, проф.,
Волков Д.В., канд. вет. наук, м.н.с.,
Мерзлякова О.Г., с.н.с.,
Чайко Н.В., инженер,
Чегодаев В.Г., канд. с.-х. наук, с.н.с.**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: bekenev39@yandex.ru

Аннотация. Животноводство связано с целым рядом технологических, стрессовых факторов, с ослаблением антиоксидантной защиты. Целью настоящей работы являлось изучение влияния двигательной активности животных на свободно-радикальное окисление тканей, на продуктивность и качество продукции. Задачей работы являлось установление различий между животными, находящимися в разных условиях двигательной активности, по интенсивности роста, яйценоскости, химическому составу тканей, биохимическим особенностям.

Ключевые слова: перепела, движение, свободные радикалы, окисление, прирост, живая масса, яйценоскость

Животноводство, особенно промышленное, с круглогодичным содержанием без выгулов, связано с целым рядом физиологических, экологических, технологических, кормовых стрессовых факторов, с избыточным образованием свободных радикалов и окислительным стрессом, с ослаблением антиоксидантной защиты. Для сохранения здоровья, повышения продуктивности животных требуется поиск оптимального баланса между окислительным стрессом, воспалительными процессами, и антиоксидантной защитой для разного вида и возраста животных.

Элементы эпигенетики, такие как питание, физическая нагрузка, хронический стресс, смена окружающей среды, температурный и световой режим и др., участвуют в изменении работы генов, в так называемом метилировании, влияющим на работу митохондрий, которые могут стимулировать или, наоборот, снижать экспрессию разных генов.

Считают, что корень почти всех болезней - в энергетических нарушениях при метаболизме [1].

Причиной многих видов репродуктивных нарушений, в том числе бесплодия является окислительный стресс. Поиск способов создания баланса между активностью организма и свободно радикальным окислением тканей становится важнейшей задачей как в медицине, так и в технологии животноводства [2].

Целью настоящей работы являлось изучение влияния двигательной активности животных на свободно-радикальное окисление тканей, на воспроизводство и качества продукции.

Задачей работы являлось установление различий между животными, находящимися в разных условиях двигательной активности, по интенсивности роста, жизнеспособности, яйценоскости, химическому составу тканей, биохимическим особенностям и уровню свободно-радикального окисления крови.

В качестве модельного объекта приняты перепёлки, как животные, близкие к человеку по двигательной активности, свободно-радикальному окислению тканей.

В эксперименте использовали две группы птиц сразу после вылупления по 50 голов в каждой (по 25 голов в клетке). В группе 1 (контрольной) птиц размещали так, чтобы они могли свободно перемещаться внутри клеток, поедая корм и воду. В группе 2 (опытной), в каждой клетке установлена перегородка с меняющейся высотой, в зависимости от возраста и массы птиц, перегораживающая всю клетку пополам в поперечном сечении загона, позволяющая птицам перепрыгивать или перелетать через неё. Причём кормушка расположена с одной стороны перегородки, поилка – с другой, что вынуждало птиц перепрыгивать через перегородку, чтобы поесть корм или попить воду.

Корм во всех группах состоял из основного рациона, включающего (%): пшеницу фуражную – 57, сою экструдированную - 12,0, жмых подсолнечный - 10,0, мука мясо - костная – 10, дрожжи кормовые - 5, масло подсолнечное нерафинированное - 3,0-3,5, премикс – 1,0, мел кормовой - 1,0, трикальцийфосфат – 1, 0. Нужно специально отметить, что в подсолнечном масле содержалось 68,1% линолевой C18:2 кислоты, которая, по сравнению с другими видами жира, значительно влияет на окислительные процессы.

Исходный уровень продуктов ПОЛ в ЛПНП и окислительную резистентность ЛПНП *in vitro* в сыворотке определяли по методу (2). Окислительную модификацию ЛПНП проводили в изотоническом растворе NaCl, содержащем ионы Cu^{2+} при 37 °С. Степень окисления ЛПНП оценивали флуориметрическим методом по концентрации одного из конечных продуктов ПОЛ - малонового диальдегида (MDA) в начале (до окисления) и после 30 мин инкубации, на спектрофлуориметре Versafluor.

Концентрацию ТГ, ОХ, ЛПВП, глюкозы, определяли энзиматическим методом с использованием наборов «Thermo Fisher Scientific» (Финляндия) на биохимическом анализаторе «Konelab Prime 30i» (Thermo Fisher Scientific, Финляндия). ЛПНП вычисляли по формуле Фридвальда.

Статистическую обработку результатов проводили по пакету прикладных программ Статистика 6.1 для Windows. Результаты представлены как средние значения с их стандартной ошибкой ($M \pm SE$). Различия считали статистически достоверными при $p \leq 0,05$.

Проинкубировано по 30 яиц из каждой группы. Лучшая выводимость цыплят оказалось в группе 2 – 73,33 % против 70,0% в контроле от заложенных и соответственно 81,48 и 77,78% от оплодотворённых. Однако разница по выводимости между группами оказалась недостоверной.

В первый день после вылупления живая масса перепёлок во всех группах была примерно одинаковой, составила 8,70-8,94 г. В возрасте 30 и 60 дней некоторое преимущество по живой массе было у перепёлок группы 2, которые подвергались активному моциону. В возрасте 60 дней живая масса перепёлок контрольной группы составила $217,29 \pm 3,01$ г, опытной - $226,94 \pm 3,41$. За 60 дней каждая перепёлка опытной группы потребила больше корма (8,44 кг), против 8,35 кг в контрольной группе.

Яичная продуктивность перепёлок за 91 сутки во всех группах была примерно одинаковой – 72,6–73 яйца на несушку (см. таблицу). При этом средняя масса яйца была достоверно выше в группе 2 ($P < 0,001$), где птицы подвергались мышечной нагрузке, то есть яйца перепёлок, подвергавшихся моциону, были значительно крупнее. От них было получено за два месяца больше яичной массы: 0,918 кг против 0,851 кг в контрольной группе. При этом затраты корма на 1 яйцо были одинаковы в обеих группах, а на 1 кг яичной массы - были меньше во 2-й опытной группе - 2,68 кг, против 2,93 в контрольной.

Показатели яичной продуктивности перепёлок

Показатель	1-я (контрольная)	2-я (опытная)
Количество несушек, гол.	10	10
На несушку за 91 день, шт.	72,6	73,0
Средняя масса яиц, г	11,72±0,15	12,57±0,15*
Получено яичной массы, кг	0,851	0,918
Затраты корма на 1 кг яйцемассы, кг	2,93	2,68

*Разница достоверна при $P < 0,001$.

В грудных мышцах перепёлок опытной группы, подвергающихся активному движению, содержалось меньше сырого жира - $2,0 \pm 0,18$ %, против $3,1 \pm 0,48$ % в контрольной ($P < 0,05$). Можно полагать, что жир расходовался на двигательную активность перепелок. В белках яиц перепёлок опытной группы оказалось больше сырого протеина - $12,1 \pm 0,22$ %, против $11,5 \pm 0,06$ % ($P < 0,05$) - в контроле, но сырой золы, наоборот, несколько меньше - $0,7 \pm 0,02$ %, против $0,8 \pm 0,01$ % в контроле ($P < 0,05$). По химическому составу желтка, скорлупы яиц существенной разницы не обнаружено.

У перепёлок, с принудительным движением в сыворотке крови в оказалось значительно меньше триглицеридов (ТГ), соответственно $8,8 \pm 1,22$ ммоль/л по сравнению с птицей контрольной группы – $14,5 \pm 3,07$ ммоль/л ($P < 0,05$). По содержанию общего холестерина (ОХ) перепёлки контрольной группы превосходили птиц опытной группы. В контрольной группе содержалось $5,7 \pm 0,58$ ммоль/л ОХ, против $4,0 \pm 0,26$ ммоль/л в группе, где птиц содержали с высокой двигательной активностью ($P < 0,05$). Однако атерогенный индекс у них оказался ниже, чем в контрольной группе ($3,6 \pm 0,62$ усл. ед., против $4,8 \pm 0,86$ в контроле) за счёт того, что у них было меньше ЛПНП ($3,0 \pm 0,25$ ммоль/л, против $4,6 \pm 0,51$ ммоль/л в контрольной группе).

Исследования ПОЛ сыворотки крови показали, что исходный уровень продуктов ПОЛ в ЛПНП у птиц с интенсивным движением был несколько повышен, составлял $1,3$ нмоль МДА/мг белка, против $0,9$ нмольМДА/мг белка – в контроле. Через 30 мин после принудительного окисления уровень ПОЛ (МДА) - у птиц, получавших дополнительное движение, увеличился по сравнению с исходным уровнем в 2,3 раза, против 2,88 раза у контрольной группы. То есть перепёлки под влиянием принудительного окисления, оказались несколько меньше подвержены ПОЛ, больше всего – в контроле.

У птиц, которые подвергались активному моциону были несколько выше среднесуточный прирост, убойный выход, они потребляли больше корма. Однако низкий уровень ОХ у перепёлок с высокой двигательной активностью, наряду с лучшей окислительной резистентностью и лучшей поедаемостью корма способствовал, повышенному приросту живой массы и снесению ими крупных яиц и лучшей выводимости цыплят. Средняя масса яйца была достоверно выше в группе ($P < 0,001$), где птицы подвергались мышечной нагрузке, то есть яйца перепёлок, подвергавшихся моциону, были значительно крупнее. В грудной мышце перепелов, подвергнутых активному движению, оказалось значительно меньше жира ($P < 0,05$), чем в контрольной группе, в составе белка яиц было больше сырого протеина, но меньше жира и золы ($P < 0,05$). Повышенная двигательная активность оказалась естественным антистрессовым противовоспалительным

фактором, способствующим меньшей подверженности принудительному перекисному окислению липидов.

Список литературы

1. Минс К., Минс К. Энергия жизни. Как изменить метаболизм и сохранить здоровье. - СПб.: Питер, 2025. - 336 с.
2. RaginoYu.I., Berezovskaya E.V., NikitinY.P. Patent No. 2216738 RF. A method for evaluating the antioxidant potential of low-density lipoprotein. Priority of 14.09.2001.

<https://doi.org/10.26898/2026-184>
УДК 636.3:619:578:577.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКОМБИНАНТНЫХ АНАЛОГОВ КАПСИДНОГО БЕЛКА ЦИРКОВИРУСА СВИНЕЙ 2-ГО ТИПА ДЛЯ СЕРОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Галеева А.Г.^{1,2}, канд. вет. наук, в.н.с.,
Ахунова А.Р.¹, м.н.с.,
Кузнецова Ю.А.¹, м.н.с.

¹Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия

²Институт «Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана»
Казанского государственного аграрного университета, Казань, Россия
e-mail: antonina-95@yandex.ru

Аннотация. В работе проведено сравнительное исследование диагностического потенциала рекомбинантного капсидного белка (Cap) цирковируса свиней 2-го типа (ЦВС-2), полученного в прокариотической (*E. coli*) и эукариотической (CHO-K1) системах экспрессии. Описаны стратегии конструирования экспрессионных векторов pET-22b(+) и pcDNA_3.1, несущих ген *ORF2*. Продемонстрирована высокая иммунореактивность обоих вариантов антигена в непрямом варианте иммуноферментного анализа (ИФА) при тестировании референтных и полевых сывороток крови свиней. Проведен анализ экономической эффективности и технологичности получения антигенов.

Ключевые слова: цирковирус свиней 2-го типа (ЦВС-2), рекомбинантный белок, капсидный белок, *E. coli*, CHO-K1, иммуноферментный анализ

Введение. Цирковиральная инфекция свиней, вызываемая цирковирусом свиней 2-го типа (ЦВС-2, PCV2), остается одной из наиболее экономически значимых проблем современного свиноводства во всем мире. Вирус ассоциирован с широким спектром патологий, включая синдром мультисистемного истощения отъемышей (PMWS), респираторный комплекс и репродуктивные нарушения [1]. Несмотря на повсеместную вакцинацию, вирус продолжает циркулировать в популяциях, претерпевая постоянную генетическую эволюцию. Появление новых генотипов (сдвиг от PCV2a к PCV2b и PCV2d) требует постоянного мониторинга эпизоотической ситуации [2]. Основой контроля инфекции является своевременная диагностика, в том числе серологический мониторинг популяции для оценки напряженности поствакцинального иммунитета и выявления факта инфицирования. «Золотым стандартом» серологической диагностики является иммуноферментный анализ (ИФА) [3]. Традиционное использование цельновирионного антигена, получаемого на культуре клеток РК-15, сопряжено с рядом сложностей: низкий

титр вируса при культивировании, необходимость работы с инфекционным агентом и высокая стоимость очистки [4].

В связи с этим актуальным направлением является создание диагностических тест-систем на основе рекомбинантных белков. Основным иммунодоминантным белком ЦВС-2 является капсидный белок (Cap), кодируемый открытой рамкой считывания 2 (ORF2). Однако высокая скорость эволюционной изменчивости вируса диктует необходимость регулярной актуализации аминокислотного состава диагностических антигенов, чтобы они соответствовали циркулирующим полевым штаммам и обеспечивали высокую специфичность анализа без ложноотрицательных результатов.

Целью данной работы явилось получение рекомбинантных аналогов капсидного белка актуального генотипа ЦВС-2 в двух различных системах экспрессии – бактериальной (*Escherichia coli*) и эукариотической (клеточная линия яичника китайского хомячка CHO-K1), а также сравнительная оценка их применимости в качестве твердофазного сорбента для ИФА.

Материалы и методы. Для работы была выбрана консенсусная нуклеотидная последовательность гена ORF2, соответствующая современному доминирующему генотипу ЦВС-2d. Анализ аминокислотной последовательности проводился *in silico* для выявления структурных особенностей, влияющих на выбор системы экспрессии. Синтез гена ORF2 осуществлялся на аутсорсе (ЗАО «Евроген», Россия). Для экспрессии в *E. coli* ген клонировали в вектор pET-22b(+) (Novagen, Германия) по сайтам рестрикции *NdeI/XhoI*. Для экспрессии в клетках CHO-K1 ген клонировали в вектор pcDNA_3.1(+) (Thermo Fisher, США) по сайтам *BamHI/EcoRI*. Обе конструкции содержали гексагистидиновый тег для унификации протокола очистки. Правильность сборки конструкций подтверждали секвенированием по Сэнгеру.

Экспрессию и очистку рекомбинантных аналогов капсидного белка осуществляли, как описано в предыдущих работах авторов [5, 6]. Для сравнения антигенных свойств применяли непрямой вариант ИФА. Полистироловые планшеты сенсibilizировали очищенными антигенами в рабочей концентрации 5 мкг/мл в карбонат-бикарбонатном буфере (pH = 9,6) в течение ночи при 4 °С. Первичная диагностическая панель включала референтные положительные сыворотки (n = 6), референтные отрицательные сыворотки (n = 4), полевые сыворотки от вакцинированных и переболевших животных (n = 24). Детекцию комплексов «антиген – антитело» осуществляли с помощью антивидового пероксидазного конъюгата (Sigma, США) и субстрата ТМБ.

Результаты исследований. Обоснование выбора систем экспрессии и инженерная стратегия. Капсидный белок ЦВС-2 представляет собой сложную мишень для экспрессии: его структурные особенности диктуют определенные требования к выбору инженерной стратегии. Анализ физико-химических свойств белка, легший в основу нашей инженерной стратегии, представлен в табл. 1.

На основании анализа для экспрессии в *E. coli* был выбран усеченный вариант гена (ΔN41-ORF2), что позволило получить белок в растворимой форме и избежать токсичности для бактериальной культуры. Для CHO-K1 использовалась полноразмерная последовательность, позволяющая формировать структуры, максимально близкие к нативным VLP.

Получение рекомбинантных антигенов. Трансформация клеток *E. coli* плазмидой pET-22b(+)-Cap привела к эффективной наработке целевого белка молекулярной массой ~26 кДа. После очистки и рефолдинга чистота препарата составила более 90% по данным электрофореза в ПААГ. Транзientная экспрессия в клетках CHO-K1 также позволила получить целевой белок: вестерн-блоттинг подтвердил наличие специфического белка массой ~28 кДа (разница в массе обусловлена наличием N-концевой части и возможными модификациями) в клеточном лизате и культуральной среде.

Таблица 1

Технологические особенности капсидного белка ЦВС-2 и их влияние на выбор системы экспрессии

Структурная особенность Cap (ORF2)	Влияние на экспрессию в <i>E. coli</i>	Влияние на экспрессию в СНО-K1	Инженерное решение
N-концевой сигнал ядерной локализации (NLS) богат аргинином	Высокий положительный заряд может быть токсичен для бактерий; склонность к агрегации в тельца включения. Кодоны аргинина редки для <i>E. coli</i>	NLS функционирует, направляя белок в ядро, что усложняет выделение (требуется лизис ядер)	Для <i>E. coli</i> : удаление N-концевого домена (первые 40 а.о.) – делеция NLS Для СНО: использование нативной последовательности
Способность к самосборке в вирусоподобные частицы (VLP)	Возможна при правильном рефолдинге, но чаще образуются агрегаты. Требуется подбор буферной системы	Самосборка происходит естественно в эукариотической клетке, обеспечивая нативную конформацию эпитопов	Для <i>E. coli</i> : оптимизация протокола рефолдинга
Отсутствие гликозилирования в нативном белке	Риск гипергликозилирования отсутствует (бактерии не способны к гликозилированию)	Риск aberrантного гликозилирования в клетках млекопитающих	Для СНО: необходимо оценить полученный белок на наличие нежелательных посттрансляционных модификаций
Кодонный состав гена	Частота использования кодонов ЦВС-2 отличается от <i>E. coli</i>	Кодоны ЦВС-2 ближе к эукариотическим системам, но может требовать оптимизации	Для обеих систем: использование кодонной оптимизации

Сравнительная иммунореактивность в ИФА. Оба полученных антигена были использованы для сенсibilизации планшетов. При тестировании панели сывороток были получены следующие результаты:

1. Оба антигена (Есо-Сари СНО-Сар) продемонстрировали четкую дискриминацию между позитивными и негативными контролями. Коэффициент S/N (signal/noise) для СНО-варианта был незначительно выше (10,8 против 9,5 для *E. coli*), что может свидетельствовать о более корректной конформации эпитопов;

2. Полевые сыворотки: при анализе полевых образцов коэффициент корреляции между результатами двух тестов составил $r = 0,94$. Это указывает на то, что, несмотря на структурные различия (усеченный мономер против полноразмерного белка), основные иммунодоминантные эпитопы сохранены и доступны для антител в обоих вариантах.

Антиген, полученный в *E. coli*, показал повышенный уровень фона (неспецифического связывания) в отрицательных пробах (до 12 % по сравнению с эукариотическим аналогом), что потребовало более тщательного подбора блокирующего буфера, в то время как антиген из СНО-K1 характеризовался большей специфичностью при стандартном режиме сенсibilизации. Суммарные данные по эффективности применения двух технологических подходов представлены в табл. 2.

Заключение. В ходе проведенной работы были успешно сконструированы и апробированы две системы получения рекомбинантного капсидного белка ЦВС-2. Результаты показывают, что оба антигена – прокариотический (продукт *E. coli*) и эукариотический (продукт СНО-K1) – обладают высокой специфичностью и чувствительностью при использовании в непрямом ИФА. Несмотря на то, что экспрессия в клетках млекопитающих (СНО) позволяет получить белок с конформацией, максимально приближенной к нативной, и обеспечивает более низкий фоновый сигнал, система на основе *E. coli* демонстрирует неоспоримые экономические преимущества. Таким образом, для целей массового скрининга и производства коммерческих диагностических наборов использование рекомбинантного антигена из *E. coli* является более предпочтительным. Однако система на

основе CHO-K1 может служить отличным инструментом для валидации результатов, научных исследований тонкой специфичности антител и создания референс-панелей. Полученные данные открывают перспективы для создания отечественных высокочувствительных тест-систем для диагностики цирковирусной инфекции свиней.

Таблица 2

**Сравнительная характеристика методов получения
рекомбинантного антигена ЦВС-2**

Критерий сравнения	Система <i>E. coli</i> (pET-22b(+))	Система CHO-K1 (pcDNA_3.1)
Суммарный выход белка	Средний (до 35-40 мг/л культуры)	Высокий (до 100 мг/л при транзientной экспрессии)
Время культивирования	Короткое (до 1 сут с учетом индукции)	Длительное (до 5 сут)
Экономичность (себестоимость)	Высокая (дешевые среды (LB, SOB), общелабораторное оборудование)	Низкая (дорогие среды, CO ₂ -инкубатор, трансфекционные реагенты)
Технологическая сложность	Средняя (требуется рефолдинг, удаление эндотоксинов)	Высокая (стерильность, сложные условия культивирования)
Иммунореактивность в ИФА	Высокая (требуется оптимизации стадии блокировки)	Очень высокая (низкий фон, нативная конформация)
Потенциальная масштабируемость	Легко масштабируется в биореакторах	Требуется сложных биотехнологических линий

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академии наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторской диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Guo J., Hou L., Zhou J., Wang D., Cui Y., Feng X., Liu J. Porcine Circovirus Type 2 Vaccines: Commercial Application and Research Advances // *Viruses*. – 2022. – Vol. 14 (9). – P. 2005.
2. Maity H.K., Samanta K., Deb R., Gupta V.K. Revisiting Porcine Circovirus Infection: Recent Insights and Its Significance in the Piggery Sector // *Vaccines*. – 2023. – Vol. 11 (8). – P. 1308.
3. Lin K., Wang C., Murtaugh M.P., Ramamoorthy S. Multiplex method for simultaneous serological detection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and porcine circovirus type 2 // *Journal of Clinical Microbiology*. – 2011. – Vol. 49 (9). – P. 3184–3190.
4. Yang X., Chen F., Cao Y., Pang D., Ouyang H., Ren L. Comparative analysis of different methods to enhance porcine circovirus 2 replication // *Journal of Virological Methods*. – 2013. – Vol. 187 (2). – P. 368–371.
5. Галеева А.Г., Ахунова А.Р., Усольцев К.В., Хаммадов Н.И., Ефимова М.А. Конструирование прокариотической системы экспрессии фрагмента гена ORF-2 цирковируса свиней 2-го типа // *Ветеринария сегодня*. – 2024. – № 13 (1). – С. 57–63.
6. Галеева А.Г., Ахунова А.Р., Кузнецова Ю. А., Алеева З.З., Арсланова А.Ф. Транзientная экспрессия гена гликопротеина E2 вируса классической чумы свиней на модели клеток НЕК293 // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2025. – № 6. – С. 168-174.

УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К БИОСИНТЕЗУ ДИАГНОСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ АНТИГЕНОВ ВИРУСНЫХ ПАТОГЕНОВ СВИНЕЙ

Галеева А.Г.^{1,2}, канд. вет. наук, в.н.с.,
Ахунова А.Р.¹, м.н.с.,
Кузнецова Ю.А.¹, м.н.с.

¹Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
Казань, Россия

² Институт «Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана»
Казанского государственного аграрного университета, Казань, Россия
e-mail: antonina-95@yandex.ru

Аннотация. В работе представлена стратегия создания единой биотехнологической платформы (на основе *Escherichia coli*) для получения рекомбинантных антигенов основных вирусных возбудителей заболеваний свиней: вируса классической чумы свиней (КЧС), цирковируса свиней 2-го типа (ЦВС-2) и вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС). Сконструированы плазмидные векторы, кодирующие фрагменты целевых белков: гликопротеина Е2 (КЧС), капсидного белка Сар (ЦВС-2) и нуклеопротеина N (РРСС). Описан унифицированный протокол выделения антигенов из телец включения методом «мягкой» солиubilизации без применения колоночной хроматографии и сложного рефолдинга. Полученные антигены продемонстрировали высокую специфичность и активность в непрямом иммуноферментном анализе (НИФА) при взаимодействии с референтными сыворотками, что подтверждает перспективность платформы для разработки доступных отечественных тест-систем.

Ключевые слова: классическая чума свиней, цирковирус свиней 2-го типа, репродуктивно-респираторный синдром свиней, рекомбинантные антигены, *E. coli*, иммуноферментный анализ

Введение. Промышленное свиноводство является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. Однако высокая концентрация поголовья создает предпосылки для быстрого распространения инфекционных агентов. Наибольший экономический ущерб отрасли наносят вирусные инфекции, среди которых лидирующие позиции занимают классическая чума свиней (КЧС), цирковиральная инфекция (вызываемая ЦВС-2) и репродуктивно-респираторный синдром свиней (РРСС) [1-3]. Эффективная борьба с этими заболеваниями невозможна без точного и своевременного мониторинга эпизоотической ситуации.

«Золотым стандартом» скрининговых исследований является иммуноферментный анализ (ИФА), позволяющий проводить серомониторинг – оценку уровня популяционного иммунитета и выявление инфицированных животных [4]. Однако существующие коммерческие наборы часто имеют высокую стоимость из-за сложности производства компонентов. Традиционно для каждого антигена подбираются уникальные условия получения, что удорожает процесс. В связи с этим актуальной задачей является разработка унифицированной биотехнологической платформы, позволяющей получать диагностические антигены различных вирусов в рамках единого технологического цикла. В качестве такой платформы нами была выбрана бактериальная система экспрессии на основе *Escherichia coli*. Она обладает неоспоримыми преимуществами перед системами на основе клеток насекомых или млекопитающих: высокой скоростью роста, низкой себестоимостью питательных сред, простотой масштабирования и высоким выходом целевого продукта [5].

Целью данной работы стало создание универсальной методики экспрессии и пробоподготовки ключевых антигенов (Е2 вируса КЧС, Сар ЦВС-2 и N вируса РРСС) для использования в твердофазном НИФА.

Материалы и методы. Для клонирования и экспрессии использовались высококопийные плазмидные векторы серии рЕТ (рЕТ-28a(+), рЕТ-22b(+), рЕТ-32a(+)) и штамм-продуцент *E. coli* BL21(DE3)pLysS (Novagen, Германия). В качестве целевых мишеней были выбраны наиболее иммуногенные белки вирусов: гликопротеин Е2 вируса КЧС (фрагмент эктодомена, 21,9 кДа) – основной иммуноген, индуцирующий выработку нейтрализующих антител, белок Сар вируса ЦВС-2 (усеченная форма без ядерного сигнала локализации, 14 кДа) – основной капсидный белок, нуклеопротеин N вируса РРСС (усеченная форма, 13,7 кДа) – наиболее консервативный и обильно экспрессируемый белок вириона. Синтетические гены были оптимизированы по кодонному составу для эффективной трансляции в *E. coli*. Клетки штаммов-продуцентов выращивали на среде LB с добавлением селективного антибиотика (канамицин/ампициллин) до оптической плотности $OD_{600} = 0,6-0,8$. Индукцию экспрессии проводили добавлением ИПТГ в конечной концентрации 0,5 мМ с последующей инкубацией при 37 °С в течение 5 ч. Клетки разрушали ультразвуковой дезинтеграцией, после чего фракцию телец включения (ТВ) отделяли центрифугированием и подвергали двукратной отмывке буфером, содержащим детергент Triton X-100 для удаления липидов и мембранных белков. Очищенные ТВ подвергали процедуре сольюбилизации с использованием буфера, содержащего 8 М мочевины или низкие концентрации SDS, при щелочном pH (9,0-10,0), без последующего проведения хроматографической очистки. Сорбцию антигенов проводили на полистироловых планшетах в карбонат-бикарбонатном буфере. В качестве положительных и отрицательных контролей использовали референтные сыворотки из коммерческих наборов («Ветбиохим», «IDEXX», «Biocheck», ФКП «Курская биофабрика»). Детекцию комплекса «антиген-антитело» осуществляли с помощью антивидового пероксидазного конъюгата (Sigma, США) и субстрата ТМБ.

Результаты исследований. *Конструирование продуцентов и преодоление технологических барьеров.* Создание унифицированной платформы экспрессии требует учета индивидуальных особенностей каждого вирусного белка, которые могут препятствовать эффективной экспрессии в прокариотической системе. На этапе *in silico* анализа аминокислотных последовательностей и тестовой экспрессии нами был выявлен ряд проблем, для которых были найдены эффективные решения (см. таблицу).

Технологические особенности экспрессии выбранных антигенов в *E. coli* и способы их преодоления

Антиген	Технологическая особенность	Решение в рамках унифицированной платформы
Белок Е2 вируса КЧС	1. Является гликопротеином. В <i>E. coli</i> отсутствует гликозилирование, что может влиять на конформацию 2. Наличие трансмембранного домена может приводить к токсичности для клеток	1. Выбор для клонирования только высокоиммуногенного эктодомена белка (линейные эпитопы распознаются антителами даже без гликанов) 2. Удаление гидрофобного С-терминального участка
Белок Сар ЦВС-2	1. Склонность к образованию нерастворимых агрегатов 2. Наличие N-концевого сигнала ядерной локализации (NLS), богатого аргинином, что затрудняет трансляцию из-за редких кодонов	1. Направленная экспрессия в виде ТВ с последующей жесткой отмывкой (высокие концентрации мочевины или гуанидина гидрохлорида) 2. Удаление NLS, что потенциально не повлияет на иммунореактивность, но повысит выход продукта
Белок N вируса РРСС	1. Склонность к протеолитической деградации в бактериальной клетке 2. Возможное связывание с бактериальной РНК, затрудняющее очистку	1. Применение быстрой индукции (не более 4 ч) 2. Использование денатурирующих условий на этапе сольюбилизации для разрушения комплексов «белок-РНК»

Во всех трех случаях целевые белки аккумулировались в клетках в виде нерастворимых ТВ. Уровень экспрессии составил от 15 % (N вируса PPCC) до 40 % (Сар ЦВС-2) от общего клеточного белка, что является высоким показателем. Традиционный подход к работе с рекомбинантными белками подразумевает сложную очистку на аффинных сорбентах (Ni-NTA и аналоги) с последующим рефолдингом для восстановления третичной структуры. Однако для целей непрямого ИФА, где антиген сорбируется на пластик, нативная конформация не всегда требуется, так как поликлональные сыворотки животных эффективно распознают и линейные эпитопы. Нами был применен метод работы без хроматографической очистки, ключевым этапом которого стала тщательная отмывка ТВ детергентами. Электрофоретический анализ показал, что чистота белка в отмытых ТВ достигает 85-90%, чего достаточно для специфичной сенсibilизации полистироловых планшетов. Солюбилизация ТВ проводилась в условиях, обеспечивающих разворачивание белковой глобулы, что повышало доступность эпитопов для сорбции. Мы намеренно отказались от сложного рефолдинга (диализа с постепенным снижением концентрации хаотропного агента), что существенно сократило время получения готового антигена с 3-4 до 1 сут.

Оценка иммунореактивности. Полученные препараты усеченных форм антигенов E2, Сар и N были использованы для постановки ИФА. В эксперименте использовалась панель референтных положительных и отрицательных сывороток, входящих в состав диагностических наборов отечественного и зарубежного производства. Результаты показали высокую сходимость с данными коммерческих тест-систем:

1) для белка E2 (KЧС): четкая дифференциация положительных и отрицательных проб ($S/N > 5,0$ ед.). Отсутствие фонового связывания подтверждает, что недостаток гликозилирования в системе *E. coli* не препятствует образованию специфических иммунокомплексов;

2) для белка Сар (ЦВС-2): показатель S/N находился в диапазоне от 4,5 до 7,8 ед., из чего следует, что удаление NLS не влияет на специфическое связывание;

3) для белка N (PPCC): показатель S/N находился в диапазоне до 12,5 ед.; наблюдалась высокая чувствительность, позволяющая выявлять антитела даже в высоких разведениях сыворотки (до 1:5120).

Важно отметить, что использование «полуочищенных» антигенов (солюбилизованных ТВ без хроматографии) в данном случае не приводило к ложноположительным реакциям. Это объясняется тем, что при высоком разведении сенсibilизирующего антигена и использовании эффективных блокирующих растворов (на основе бычьего сывороточного альбумина или казеина) минорные примеси белков *E. coli* не оказывают существенного влияния на специфичность реакции.

Заключение. В ходе работы успешно реализован унифицированный подход к получению диагностических антигенов для трех экономически значимых вирусных инфекций свиней. Основными преимуществами разработанной платформы являются:

1. Универсальность: использование единого штамма-продуцента, экспрессионного вектора и идентичных протоколов культивирования для совершенно разных по природе белков (гликопротеин, капсидный белок, нуклеопротеин);

2. Экономическая эффективность: отказ от дорогостоящей хроматографической очистки и трудоемкого рефолдинга снижает себестоимость антигена в десятки раз по сравнению с классическими методами или эукариотическими системами экспрессии.

3. Масштабируемость: технология легко адаптируется под промышленные ферментеры, что позволяет оперативно нарабатывать значительные количества белка.

Результаты исследований подтверждают, что бактериальная система *E. coli* в сочетании с оптимизированным протоколом обработки телец включения является идеальным инструментом для производства компонентов ветеринарных тест-систем. Внедрение данной платформы позволит создать отечественные диагностические наборы, не

уступающие по чувствительности и специфичности зарубежным аналогам, но значительно более доступные для ветеринарных лабораторий и свиноводческих комплексов.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академии наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторской диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Mahadevaswamy R., Muruganantham V., Ramesh V., Mambully S., Suresh K.P., Hiremath J., Nayakvadi S., Gulati B., Patil S. Global population dynamics and evolutionary selection in classical swine fever virus complete genomes: insights from Bayesian coalescent analysis // *Virus Genes*. – 2025. – Vol. 61. – No. 4. – P. 464-473. DOI: 10.1007/s11262-025-02154-2.
2. Yang Y., Xu T., Wen J., Yang L., Lai S., Sun X., Xu Z., Zhu L. Prevalence and phylogenetic analysis of porcine circovirus type 2 (PCV2) and type 3 (PCV3) in the Southwest of China during 2020-2022 // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2022. – Vol. 9. – P. e1042792. DOI: 10.3389/fvets.2022.1042792.
3. Zhu D., Liu G., Li H., Li F., Xu X., Fu Y., Chen P., Zhang G., Sun Y. Molecular epidemiology, lineage evolutionary dynamics, and antigenic variation analysis of type II PRRSV in China during 2024-2025 // *Transboundary and Emerging Diseases*. – 2025. – Vol. 2025. – P. e2054759. DOI: 10.1155/tbed/2054759.
4. Fiers J., Tignon M., Cay A.B., Simons X., Maes D. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSv): A cross-sectional study on ELISA seronegative, multivaccinated sows // *Viruses*. – 2022. – Vol. 14. – No. 9. – P. e1944. DOI: 10.3390/v14091944.
5. Rosano G.L., Morales E.S., Ceccarelli E.A. New tools for recombinant protein production in *Escherichia coli*: A 5-year update // *Protein Science*. – 2019. – Vol. 28. – No. 8. – P. 1412-1422. DOI: 10.1002/pro.3668.

<https://doi.org/10.26898/2026-186>

УДК 619:616-07

ЦИФРОВОЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ КУТИМЕТР И ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ НА ТУБЕРКУЛЕЗ

Донченко А.С., **акад. РАН, д-р вет. наук,**
Козеев Е.В.¹, **канд. физ.-мат. наук, в.н.с.,**
Козеев А.Е.², **инженер-конструктор,**
Плотников Я.В.², **инженер-электронщик**

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²ООО «НПФ “ЭЛАНТА”», Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: lanta41@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по разработке ветеринарного кутиметра с учетом особенностей проведения туберкулиновой пробы по выявлению животных больных туберкулезом.

Ключевые слова: цифровой ветеринарный кутиметр, туберкулиновая проба, алгоритм измерения толщины кожной складки, микроконтроллер, алгоритм обработки информации

Исследование животных на туберкулез проводят два раза в год в порядке и сроки, предусмотренные инструкцией о мероприятиях по борьбе с туберкулезом [1] путем проведения туберкулиновой пробы. Туберкулин вводят рогатому скоту (КРС) в кожу средней трети шеи, телятам в область лопатки. У животных больных туберкулезом специфическая реакция на туберкулин обычно начинает проявляться через 18-20 часов после его введения и достигает максимума через 48-72 часа. Она проявляется на месте инъекции туберкулина в виде разлитого отека тестоватой консистенции, не имеющей, как правило, четких границ с окружающей тканью.

В настоящее время при проведении туберкулиновой пробы в хозяйствах агропромышленного комплекса при определении реакции на туберкулин используются механические кутиметры. Снятие показаний с измерительной шкалы по положению механически перемещающегося указателя не позволяет получить нужной точности и не обеспечивает удобства при замере толщины кожной складки крупного подвижного животного.

В последние годы появился прибор калипер Китайского производства для определения толщины жировой складки спортсменов [2] (рис. 1). Как видно из рис. 1, измерительные губки в калипере изготовлены малокомпактными, что не позволяет использовать его для работы с животными в производственных условиях из-за возможных ошибок, возникающих в результате продавливания измеряемой складки площадками (губками) малой площади.



Рис. 1. Калипер для измерения жировой складки спортсменов

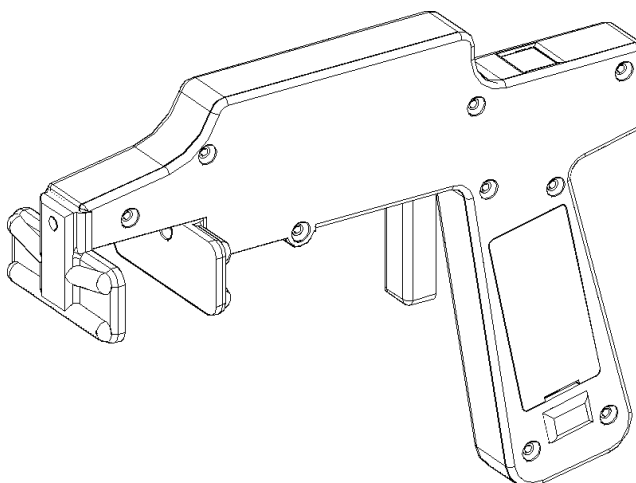


Рис. 2. Цифровой ветеринарный кутиметр

Кроме того, жидкокристаллическая индикация, удобная для использования в жилых благоустроенных помещениях, при использовании в животноводческих помещениях и под открытым небом является неудачным решением, поскольку имеет слабую контрастность и трудно различима как при слабом освещении, так и при ярком солнечном.

Таким образом, в настоящее время фактически проработанным инструментарием для проведения туберкулиновой пробы является только цифровой ветеринарный кутиметр, предложенный нами [3, 4] (рис. 2).

Использование современных достижений микроэлектроники позволяет создать цифровой ветеринарный кутиметр, отвечающий всем требованиям необходимым для профессионального проведения туберкулиновой пробы достаточно удобным и точным [5] (рис. 3).

При разработке кутиметра нами использовались светодиодные индикаторы с высокой светопередачей, а для снижения потребляемой электроэнергии и обеспечения достаточно

длительной работы источников питания в виде двух батареек типа «ААА», разработан алгоритм, обеспечивающий оптимальное и достаточно длительное питание прибора.

Для снижения (исключения) возможных ошибок, вызванных неконтролируемым сжатием измеряемой складки, в цифровом ветеринарном кутиметре измерительные губки изготовлены достаточно большой площади (рис. 2, 3). Для удобного подвода кутиметра слева или справа от складки сделаны выступы в обе стороны. Выступ вверх (рис. 2) или вниз (рис. 3) выбирается заказчиком при заказе партии кутиметров.

Найденные решения позволяют при использовании соответствующего алгоритма работать с кутиметром одной рукой. При этом вторая рука на все время измерения толщины складки остается свободной и может использоваться для образования кожной складки испытуемого животного.

На рис. 3 показаны конструктивные особенности одной из версий цифрового ветеринарного кутиметра.

Микропроцессорный модуль с цифровым светодиодным индикатором (9) размещается в верхней части корпуса кутиметра (1), как показано на рис. 3.

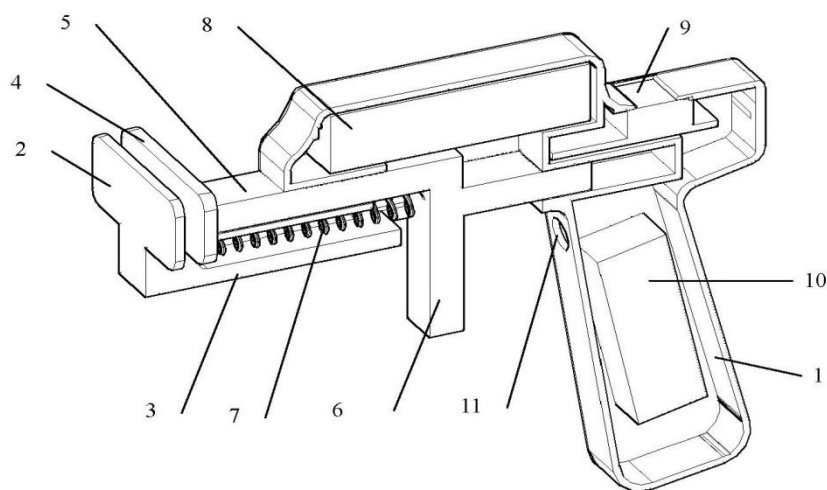


Рис. 3. Конструктивные особенности цифрового ветеринарного кутиметра

В микропроцессорный блок кутиметра заложено программное обеспечение со следующим алгоритмом обработки информации.

После включения (кнопка «Вкл./Сброс» (11)) на цифровом индикаторе (9) отображается расстояние между губками (микроконтроллер циклически выполняет измерения с периодом повторения около 20-35 мс.) В исходном положении курка (6), губки (неподвижная губка (2) и, перемещаемая курком (5), губка (4)) сомкнуты и на цифровом индикаторе высвечивается «0». Перемещением курка, разводятся губки, и на индикаторе высвечивается цифра, соответствующая расстоянию между губками.

Алгоритм обработки информации включает следующие шаги:

- 1) измерение напряжения элемента питания, 5 раз, арифметическое усреднение значения из измеренных значений, нормирование значения напряжения элемента питания;
- 2) автоматическая подстройка яркости светодиодного индикатора в зависимости от значения напряжения элементов питания.
- 3) сравнение измеренного напряжения элементов питания (10) с заданным уровнем 2,1 Вольта. Если значение ниже данного порога на светодиодный индикатор выводится символ «Р», сообщающий о разряде элементов питания;
- 4) измерение напряжения с датчика перемещения (8) (расстояния между губками (2) и (4)) 25 раз с арифметическим усреднением значения из измеренных значений;

5) нормирование измеренного напряжения с датчика перемещения в расстояние в миллиметрах;

6) ожидание заданного время, в течение которого измеряемое напряжение не изменяется, что означает, что губки поджаты к измеряемой складке и находятся в неподвижном состоянии, поджатие обеспечивается пружиной (7);

7) фиксация (запоминание) измеренного значения расстояния между губками в памяти микроконтроллера;

8) вывод на светодиодный цифровой индикатор (9) зафиксированного значения расстояния между губками;

9) отсчет заданного времени (10 секунд), после которого светодиодный индикатор гаснет, а микроконтроллер переводит прибор в энергосберегающий ждущий режим. В промежутках между измерениями кутиметр находится в ждущем режиме.

Работа с кутиметром в значительной степени автоматизирована. Подготовка прибора к измерению осуществляется лишь нажатием кнопки (11) «Вкл./Сброс». Эта кнопка выполняет также функции включения прибора, сброс предыдущих показаний и перевод прибора в готовность к следующему измерению.

Для обеспечения достаточно длительной работы при использовании светодиодного индикатора повышенной яркости в кутиметре заложен ждущий режим, а измерения начинаются лишь при движении курка (6), который жестко связан с подвижной губкой (2).

При сдвиге курка с нулевого значения на цифровом индикаторе высвечивается значение расстояния между подвижной и неподвижной губками в мм. При должном обжатии складки это соответствует значению толщины кожной складки. Для удобства работы с кутиметром реализована функция автоматического запоминания последнего значения толщины кожной складки в памяти микроконтроллера по прошествии установленного промежутка времени (5 секунд), момент запоминания измеренного значения сопровождается двукратным миганием отображаемого результата (нулевое значение, т.е. цифра «0», не запоминается). При этом последующие значения толщины кожной складки прибором при перемещении губок не индицируются до повторного нажатия кнопки «Вкл./Сброс».

При отсутствии измерений в течение установленного промежутка времени, например, 10 секунд, светодиодный индикатор гаснет, и микроконтроллер переводит питание прибора в энергосберегающий ждущий режим. При нажатии кнопки «Вкл./Сброс» прибор снова готов к работе.

Таким образом, в процессе проведения исследований предложен алгоритм обработки информации для микропроцессорного блока цифрового ветеринарного кутиметра, разработано программное обеспечение к электронному блоку, согласованное с функциональными и конструктивными особенностями прибора, изготовлены опытные образцы нескольких типов ветеринарных цифровых кутиметров.

В результате реализации разработанных технических решений работа с прибором достаточно проста и удобна. Прибор позволит в 2-2,5 раза ускорить процесс получения результатов аллергических исследований группы животных до 400 голов с обеспечением достаточно высокой точности измерений и их надежности. Внедрение прибора даст экономический эффект за счет более быстрого и качественного проведения работ по выявлению туберкулеза КРС и обеспечения сохранности здорового поголовья животных.

Список литературы

1. Наставления по применению туберкулинов для диагностики туберкулеза у животных.
2. https://market.yandex.ru/product--kalipometr-dlia-izmereniia-podkozhnogo-zhira-skinfold-wj0582/907519611_nid=54924
3. Козеев Е.В., Донченко А.С., Плотников Я.В. и др. Патент РФ № 2231972, А61В5/103, Кутиметр. 10.07.2004 г.

4. Козеев Е.В., Донченко А.С., Козеев А.Е. и др. Цифровой ветеринарный кутиметр // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана: сб. науч. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф. - Новосибирск, 2010.

5. Козеев Е.В., Донченко А.С., Козеев А.Е., Плотников Я.В. Патент на полезную модель Цифровой ветеринарный кутиметр. № 239164 от 08.07.2025 г.

<https://doi.org/10.26898/2026-187>

УДК 636.082.2

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ И ПОЖИЗНЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ

Дуркина В.А., студент

Научный руководитель – Казаков Д.С., ст. преподаватель

Костромская государственная сельскохозяйственная академия,

Кострома, Россия

e-mail: rammfak@mail.ru, vkt.durkina@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние генеалогической принадлежности коров Костромской породы на показатели продуктивного долголетия и пожизненной молочной продуктивности. Проведен анализ сроков хозяйственного использования и общего количества молока, получаемого за весь период эксплуатации коров с учетом их родословной. Результаты показывают значимость генеалогических факторов для повышения экономической эффективности молочного скотоводства за счет отбора животных с более длительным сроком продуктивного использования и высоким уровнем молочной продуктивности.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, наследуемость, пожизненная продуктивность, генотип, костромская порода, родственные группы

Костромская порода крупного рогатого скота представляет собой ценный материал для изучения генетических основ продолжительности продуктивной жизни. Актуальность темы заключается в том, что продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность коров являются ключевыми факторами эффективности скотоводства. В условиях интенсификации производства особое значение приобретает изучение генетических факторов, влияющих на длительность хозяйственного использования животных [1].

За последние десятилетия молочное скотоводство России пережило значительные структурные изменения. Важнейшей задачей является повышение продуктивного долголетия коров, что напрямую влияет на экономическую эффективность производства. Несмотря на высокие генетические возможности костромской породы, реальный период хозяйственного использования животных часто ограничен 2,6–3,6 лактациями.

Особенно актуально изучение влияния генеалогической принадлежности коров на продуктивное долголетие, поскольку это позволяет оптимизировать селекционно-племенную работу. Обзор существующих исследований выявляет определенные достижения в оценке влияния генетических факторов на молочную продуктивность [3]. Однако многие исследования ограничены изучением молочной продуктивности без комплексного учёта факторов, влияющих на продуктивное долголетие.

Вопрос влияния генеалогической принадлежности на продуктивное долголетие в российской и зарубежной науке рассматривается достаточно широко. Российские исследователи отмечают, что традиционно акцентировалось внимание на молочной

продуктивности, зачастую в ущерб изучению факторов долголетия [4]. В зарубежной литературе также подчеркивается, что генетические маркеры и родословные линии играют важную роль в прогнозировании длительности хозяйственного использования коров [5].

Несмотря на накопленные знания, остается недостаточно изученным влияние генеалогической принадлежности на пожизненную продуктивность коров костромской породы. Практическая значимость результатов исследования состоит в возможности применения полученных данных для повышения эффективности разведения костромской породы [6].

Влияние генеалогической принадлежности на показатели продуктивного долголетия и пожизненной продуктивности коров костромской породы

Линия/ родственная группа	n	Продукт ивное долголет ие, лакт	Пожизнен ный удой, кг	КМЖ, кг	КМБ, кг	Средний удой, кг		
						за лактацию	на 1 день лактации	на 1 дн жизни
Ладка КТКС-253	9	7,67 ±0,59	42370 ±3813	1743 ±156	1369 ±123	5493 ±145	13,72 ±0,80	15,15 ±1,60
Концентрата 106157	68	5,16 ±0,22	33861 ±1447	1415 ±61	1118 ±48	6620 ±108	17,38 ±0,42	12,51 ±0,57
Леирда 71151	76	4,09 ±0,19	26785 ±1429	1119 ±61	897 ±47	6525 ±106	17,81 ±0,41	10,41 ±0,54
Мастера 106902	13	8,54 ±0,48	49739 ±4329	2014 ±171	1608 ±135	5983 ±461	14,64 ±1,06	17,53 ±1,68
Меридиана 90827	7	4,00 ±1,13	49501 ±31099	2205 ±1428	1691 ±1069	9247 ±3277	25,66 ±8,36	17,22 ±9,86

Из данных таблицы следует, что наивысшим продуктивным долголетием среди генеалогических групп отличались коровы родственной группы Мастера 106902 и достоверно превосходили животных из других сравниваемых групп по сроку продуктивного использования на 0,87-4,45 лактаций ($P < 0,001$), пожизненному удою на 12631-22954 кг молока ($P < 0,001$), количеству молочного жира на 499-895 кг ($P < 0,001$) и молочного белка на 391-711 кг ($P < 0,001$).

Коровы линии Ладка КТКС-253 также демонстрировали высокое продуктивное долголетие - $7,67 \pm 0,59$ лактации и достоверно превосходили животных родственных групп Концентрата 106157 и Леирда 71151 на 2,51-3,58 лактации ($P < 0,001$). Также животные линии Ладка КТКС-253 превосходили эти группы по пожизненной продуктивности на 8509-15585 кг молока ($P < 0,001$), по количеству произведенного жира и белка на 328-624 кг ($P < 0,001$) и 251-472 кг ($P < 0,001$) соответственно. Разница по среднему удою между коровами линии Ладка КТКС-253 и их сверстницами из групп Концентрата 106157 и Леирда 71151 составила: по среднему удою на один день жизни - 2,64-4,74 кг молока ($P < 0,001$).

Особого внимания заслуживают коровы родственной группы Меридиана 90827, которые показали исключительно высокую интенсивность молочной продуктивности при относительно низком продуктивном долголетии. Несмотря на короткий срок использования ($4,00 \pm 1,13$ лактации), они демонстрировали рекордные показатели удоя за лактацию (9247 ± 3277 кг) и удоя на день лактации ($25,66 \pm 8,36$ кг), что свидетельствует о специфическом типе продуктивности в данной генетической группе.

Наименьшие показатели продуктивного долголетия и интегральной продуктивности отмечены у коров родственной группы Леирда 71151, которые по всем основным параметрам достоверно уступали животным из групп Мастера 106902 и Ладка КТКС-253, что указывает на необходимость пересмотра использования данной генетической основы в стаде.

На основании проведенного анализа генеалогической структуры стада установлены существенные различия между линиями и родственными группами по показателям продуктивного долголетия и пожизненной продуктивности. Наилучшие результаты демонстрируют животные родственной группы Мастера 106902 и линии Ладка КТКС-253, которые характеризуются сбалансированным сочетанием продолжительного хозяйственного использования и высокой пожизненной продуктивности. Коровы группы Мастера 106902 превосходят другие группы по продуктивному долголетию на 0,87-4,45 лактации и по пожизненному удою на 12631-22954 кг молока, что делает эту генетическую группу наиболее перспективной для дальнейшего использования в селекционной работе.

Особый интерес представляет группа Меридиана 90827, показывающая исключительно высокую интенсивность молочной продуктивности при сокращенном сроке хозяйственного использования, что требует дополнительного экономического обоснования целесообразности ее использования. В отличие от них, животные родственных групп Концентрата 106157 и особенно Леирда 71151 демонстрируют значительно более низкие показатели продуктивного долголетия и пожизненной продуктивности, что свидетельствует о необходимости пересмотра использования данной генетической основы в стаде.

Для оптимизации селекционного процесса рекомендовано широкое использование быков-производителей из групп Мастера 106902 и Ладка КТКС-253, обеспечивающих получение потомства с высоким продуктивным долголетием и устойчивой пожизненной продуктивностью, а также постепенная выбраковка животных из генетических групп с низкими показателями долголетия.

Заключение. Литературные данные подтверждают роль генеалогических факторов в повышении продуктивного долголетия коров, где селекция по линиям и происхождению от определенных производителей увеличивает срок использования на лактации и общий удой. Данное исследование расширяет эти выводы для Костромской породы, установив превосходство линий Мастера 106902 (8,54±0,48 лактации, 49739±4329 кг удою) и Ладка КТКС-253 (7,67±0,59 лактации, 42370±3813 кг удою) над другими группами на $P < 0,001$ по всем ключевым показателям.

Полученные результаты достигают цели исследования, демонстрируя научную новизну в комплексной оценке генеалогического влияния и предлагая практические рекомендации по приоритетному разведению перспективных линий с выбраковкой низкоэффективных, таких как Леирда 71151.

Перспективы дальнейших работ включают геномный анализ для уточнения маркеров долголетия и экономическое моделирование внедрения рекомендаций в региональные хозяйства.

Список литературы

1. Продуктивность костромских коров на 20 % превысила среднюю по России / Департамент агропромышленного комплекса Костромской области. – 2024. – 22 марта. – URL: <https://www.example-site.ru/news/12345>.
2. Гинтов В.В., Кожевникова И.С., Худякова Н.А. Продуктивное долголетие коров как фактор повышения рентабельности сельхозпредприятий // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 1. – С. 67–72. DOI: 10.28983/asj.y2024i1pp67-72.
3. Фураева Н.С., Зверева Е.А., Воробьева С.С., Финогеев В.П., Подгорнова Н.Г. Влияние генетических факторов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в ООО «Красный маяк» // Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных. – 2023. – Т. 64. – № 4. – С. 74-82. DOI: 10.35694/YARCX.2023.64.4.010.
4. Белова С.Н., Плешков В.А. Продуктивное долголетие коров в зависимости от способа содержания // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2. - С. 142-148. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-142-148.

5. Hu H., Mu T., Ma Y., Wang X., Ma Y. Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle // *Frontiers in Genetics*. – 2021. – Vol. 12. – Art. 695543. DOI: 10.3389/fgene.2021.695543.
6. Самусенко Л.Д. Генеалогическая принадлежность коров как фактор увеличения продуктивного долголетия // *Биология в сельском хозяйстве*. – 2015.

<https://doi.org/10.26898/2026-188>
УДК 636.2.033

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМА У МЯСНОГО СКОТА: ВЗАИМОСВЯЗЬ С МИКРОБИОМОМ

Дускаев Г.К., д-р биол. наук, проф. РАН

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН,
Оренбург, Россия
e-mail: gduskaev@mail.ru

Аннотация. Эффективность конверсии корма у крупного рогатого скота тесно связана с темпами его роста, которые меняются на протяжении различных этапов откорма. Метаболизм, обусловленный микробиотой рубца, играет ключевую роль в росте животных. Изучение геномных и микробных факторов, определяющих эту временную вариабельность, может позволить оптимизировать конверсию корма на каждом этапе развития мясного скота. Исследование взаимосвязи между микробным метаболизмом и геномными аспектами роста мясного скота демонстрирует огромный потенциал. Использование данных о микробиоме в будущих геномных программах селекции позволит не только более точно оценивать племенную ценность, но и значительно повысить среднесуточный прирост массы тела на всех стадиях откорма.

Ключевые слова: микробиом, мясной скот, конверсия, продуктивность, качество мяса

В коммерческом производстве говядины корм является доминирующим компонентом переменных производственных затрат, составляя от 60 до 70%. Таким образом, любое улучшение эффективности преобразования корма в прирост массы тела будет иметь существенное положительное влияние на рентабельность отрасли. Кроме того, повышение эффективности животных, выражающееся в более быстром росте, является необходимым условием для минимизации экологического воздействия производства говядины. Более быстрый рост коррелирует с более высокой эффективностью, поскольку животные достигают убойного веса в более раннем возрасте, что снижает общие энергетические затраты на поддержание жизнедеятельности и, соответственно, уменьшает экологический след на единицу продукции. Тем не менее темпы роста демонстрируют нестабильность на стадии откорма: с возрастом они замедляются, а доля жира в приросте увеличивается, что напрямую влияет на эффективность конверсии корма. Для максимизации эффективности преобразования корма на всех стадиях развития животного критически важно понимание биологических и генетических основ роста и их динамики, а также соответствующая корректировка кормовых рационов [1-5].

Микробный метаболизм в рубце играет решающую роль в росте крупного рогатого скота, обеспечивая около 70% энергии из летучих жирных кислот и 50-80% аминокислот из микробных белков. Кроме того, микроорганизмы рубца вырабатывают сигнальные молекулы, влияющие на связь кишечника с мозгом и печенью, что, в свою очередь, сказывается на составе тела, плотности костей, развитии мышц и пищевом поведении. Следовательно, различия в микробных процессах, вероятно, объясняют колебания темпов роста мясного скота [1, 6].

Ранее, в ходе продольного исследования [7], изучалось воздействие различных систем откорма на состав бактерий в рубце и среднесуточный прирост массы тела у молодняка мясного скота. Результаты показали существенные различия в составе бактериальных сообществ рубца у телят, содержащихся в разных системах откорма. В частности, наблюдалось резкое снижение альфа-разнообразия бактерий у телят, откармливаемых по системе СС (однолетняя культура на полосном участке) и DL (высокогрубый рацион в сухом загоне), что имело статистически значимый характер ($P < 0,001$). У телят из группы DL за период откорма отмечено значительное повышение численности протеобактерий из семейства *Succinivibrionaceae* ($P < 0,001$). Это увеличение коррелировало с более высокими среднесуточными приростами массы тела ($P < 0,05$).

Метаанализ (MTwGWAS) выявил 14 ключевых геномных областей [8], расположенных на хромосомах BTA 1, 2, 3, 4, 7, 8, 11, 14, 15, 18, 21 и 29, которые имеют статистически значимую связь с эффективностью кормления (p -значение > 5). Эти области вносят существенный вклад в генетическую вариабельность признаков, связанных с кормлением, объясняя от 20 до 36% изменчивости в популяции IZ (FCR и DMI) и от 22 до 28% в популяции QLT (RFI и ADG). Идентифицированные гены-кандидаты, такие как LIPE, LPL, IGF1R, IGF1 и другие, свидетельствуют о том, что за повышение эффективности использования корма отвечают физиологические пути, управляемые нейропептидами и метаболическими сигналами, регулирующими энергетический гомеостаз. В рубце бычков с низким показателем остаточного потребления корма наблюдалось увеличение относительной численности *PeH15*, *Arthrobacter*, *Moryella*, *Weissella* и *Muribaculaceae*, в то время как численность *Methanobrevi bacter*, *Bacteroidales_BS11_gut_group*, *Bacteroides* и *Clostridium_sensu_stricto_1* была снижена.

Рубцовые таксоны, характерные для животных с высокой эффективностью использования корма, выделялись тем, что имели значительно больше функций, связанных с метаболизмом углеводов, таких как моносахариды, ди-/олигосахариды и аминокислоты.

Таким образом, геномно-ориентированный метагеномный подход позволит лучше понять их роль в здоровье и физической форме крупного рогатого скота

Установлены взаимосвязи микробиома кишечника КРС с качеством говядины, эффективностью кормления, выбросами метана и генетикой хозяина. Обнаружено, что десять бактериальных ампликонных последовательностей коррелируют с площадью рибай (RA), но только пять – с метаболической массой (MW). Для архей восемь ампликонных последовательностей значительно влияли на RA, а пятнадцать – на MW. Присутствие *Selenomonas* spp. коррелирует с увеличением живой массы и массы туши. Бактерии родов *Christensenellaceae* R-7, *Moryella* и *Prevotella* также положительно влияют на такие характеристики, как выход мяса и содержание внутримышечного жира. И наоборот, *Ruminococcaceae* UCG-001 ассоциируются с более низкими показателями живой массы, массы туши и выхода мяса. Таким образом, манипулирование микробиотой рубца представляет собой перспективный подход для улучшения качества туши и мясных характеристик [9].

Недавнее исследование выявило тесную связь между составом микроорганизмов и качественными характеристиками мяса. Так, бактерии *Christensenellaceae* R-7 и *Alistipes* ассоциировались с улучшенной мраморностью и большей площадью мышечной ткани. Напротив, *Rikenellaceae* RC9 показали обратную зависимость с толщиной жира. Среди грибов, *Candida* положительно влияла на мраморность, а *Trichosporon* – отрицательно на глубину мышц. Простейшее *Entodinium*, в свою очередь, было связано с уменьшением толщины жира и мраморности. Разнообразие бактерий (альфа-разнообразие) зависело от породы: у ангусов оно было выше. Анализ микробного состава (бета-разнообразие) подтвердил значительное влияние породы на состав микроорганизмов. Стабильный состав основного микробиома кишечника животных, который сохраняется на протяжении длительного времени, тесно связан с важными экономическими и экологическими

показателями их продуктивности, такими как набор веса, потребление корма и выбросы метана. Значительная часть этой связи (45-83%) объясняется конкретными родами микроорганизмов и их генами. Более того, микробиом, на который влияет генетика самого животного, объясняет большую часть (54-87%) генетических различий в этих признаках. Это означает, что анализ микробиома, взятый даже однократно задолго до убоя, может служить надежным предсказателем продуктивности животного как на уровне наблюдаемых характеристик, так и на уровне генетической предрасположенности [1, 10].

Таким образом, исследования в данном направлении открывают новые горизонты для геномной селекции, предлагая использовать функциональный микробиом рубца как ценный источник информации. Это позволит нам целенаправленно улучшать сразу несколько важных характеристик животных, определяемых их микробиомом, в частности, повышая качество мяса.

Список литературы

1. Martínez-Álvaro M., Mattock J., González-Recio Ó., Saborío-Montero A., Weng Z., Lima J., Duthie C.A., Dewhurst R., Cleveland M.A., Watson M., Roehe R. Including microbiome information in a multi-trait genomic evaluation: a case study on longitudinal growth performance in beef cattle // *Genet Sel Evol.* - 2024. – Vol. 56 (1). – P. 19.
2. Резниченко В.Г., Дускаев Г.К., Киржаев В.В. Зависимость концентрации аммиака в рубце от техники скармливания корма // *Вестник мясного скотоводства.* – 2006. – Т. 2. – № 59. – С. 42-43.
3. Левахин Г.И., Айрих В.А., Дускаев Г.К. Сравнительная оценка биологической ценности и качество силосов из различных культур // *Вестник мясного скотоводства.* – 2006. – Т. 1. – № 59. – С. 173-178.
4. Левахин Г.И., Дускаев Г.К., Резниченко В.Г., Киржаев В.В., Айрих В.А. Зависимость качества мяса бычков от техники скармливания силоса // *Вестник мясного скотоводства.* – 2006. – Т. 1. – № 59. – С. 166-169.
5. Айрих В.А., Левахин Г.И., Дускаев Г.К. Динамика химического состава зеленой массы культур // *Вестник мясного скотоводства.* – 2006. – Т. 1. – № 59. – С. 18-25.
6. Krause T.R., Lourenco J.M., Welch C.B., Rothrock M.J., Callaway T.R., Pringle T.D. The relationship between the rumen microbiome and carcass merit in Angus steers // *J Anim Sci.* – 2020. – No. 98. – P. 287.
7. Omontese B.O., Sharma A.K., Davison S., Jacobson E., Di Constanzo A., Webb M.J., Gomez A. Microbiome network traits in the rumen predict average daily gain in beef cattle under different backgrounding systems // *Anim Microbiome.* – 2022. – No. 4 (1). – P. 25.
8. Mota L.F.M., Santos S.W.B., Júnior G.A.F., Bresolin T., Mercadante M.E., Silva J.A.V., Cyrillo J.N.G., Monteiro F.M., Carvalheiro R., Albuquerque L.G. Meta-analysis across Nellore cattle populations identifies common metabolic mechanisms that regulate feed efficiency-related traits // *BMC Genomics.* – 2022. – No. 23 (1). – P. 424.
9. Mizoguchi Y., Guan L.L. Invited Review - Translational gut microbiome research for strategies to improve beef cattle production sustainability and meat quality // *AnimBiosci.* – 2024. – No. 37 (2). – P. 346-359.
10. Quilcate C., Estrada R., Romero Y., Rojas D., Mamani R., Hañari-Quispe R.D., Aliaga M., Galindo W., Vásquez H.V., Maicelo J.L., Arbizu C.I. Changes in Gut Microbiota in Peruvian Cattle Genetic Nucleus by Breed and Correlations with Beef Quality // *VetSci.* – 2024. – Vol. 11 (12). – P. 608.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД В ЗИМНИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ

Игнатенкова М.Ю.^{1,2}, лаборант-исследователь, магистрант,

Авадани Д.А.^{1,2}, м.н.с., аспирант,

Гончаренко Г.М.¹, д-р биол. наук, зав. лабораторией

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

e-mail: ignatenkovamy@sfscs.ru

Аннотация. В статье представлены данные по изучению показателей качества необработанного коровьего молока за два смежных года трёх пород: красная степная, чёрно-пёстрая и голштинская. Дана сравнительная оценка по содержанию белка, жира, лактозы, СОМО в летний и зимний период, проведённый в лаборатории биотехнологий СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. Исследования проведены в стадах молочных пород Новосибирской области.

Ключевые слова: молоко, жир, белок, лактоза, СОМО, порода

Введение. Молоко крупного рогатого скота играет значительную роль в рационе питания взрослых и детей благодаря своему богатому составу полезных компонентов, включающих протеины, липидные соединения, молочный сахар, витаминные комплексы, энзимы, минеральные вещества и микроэлементы. Благодаря своей высокой пищевой ценности оно широко востребовано среди потребителей.

Согласно положению Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и продуктов молочного происхождения» (ТР ТС 033/2013), под термином «сырое молоко» понимается продукция, не прошедшая тепловую обработку температурой выше 40 °С и прочие процессы, способные изменить её структуру [1].

После завершения процесса доения молочное сырьё подлежит очистке и быстрому охлаждению до температуры около 4±2 °С, причём данная операция должна проводиться не позднее двух часов. Для допуска к употреблению молоко должно происходить исключительно от клинически здоровых особей и быть произведённым в регионах, свободных от инфекций и иных антропозоонозных болезней. Запрещён приём в пищу молока, полученного в первые семь суток после отела животного, также перед отелом в течение пяти дней, а также собранную от заболевших животных или находящуюся на карантинном контроле.

Молоко в зависимости от физико-химических и микробиологических показателей подразделяют на сорта: высший, первый и второй [2, 3].

Согласно ГОСТ 32255–2013 «Молоко и молочная продукция. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора» указаны стандартные данные, где описаны три показателя: Массовая доля жира, белка и лактозы [4]. Показатель СОМО (сухой обезжиренный молочный остаток), который не вошёл в описание этого ГОСТА, был представлен более подробно в ГОСТ Р 54761-2011 «Молоко и молочная продукция. Методы определения массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка» [5].

Учитывая, что породы молочного скота имеют значительные вариации по содержанию жира, белка, лактозы и СОМО и имеют наследственную природу, нами был

проведён анализ влияния породной принадлежности на качественный состав молока в зимний и летний период.

Материал и методы исследований. Для дальнейшего исследования молока на физико-химические показатели был использован прибор - анализатор молока и молочных продуктов «ИнфраМилк» исп. Профи, который предназначен для измерения массовой доли жира, белка, сухого вещества в молоке и жидких молочных продуктах.

В анализаторе предусмотрена индикация показаний следующих параметров: сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), минеральных солей, добавленной воды, плотности, лактозы, калорийности, точка замерзания молока, степень гомогенизации в молоке и жидких молочных продуктах.

Результаты исследований. Сравнительная оценка качества молока в летний период показала, что молоко коров красной степной породы по содержанию жира и белка не имеет значимых отличий, однако содержит больше лактозы на 0,15 % и СОМО на 0,44 %, по сравнению с молоком чёрно-пёстрой коров соответственно ($p \leq 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Качество молока коров разных пород в летний период (2025 г.), %

Показатель	Красная степная	Чёрно-пёстрая
Белок	2,98±0,00	2,94±0,04
Жир	4,01±0,00	3,94±0,04
Лактоза	4,60±0,00	4,45±0,04
СОМО	8,37±0,00	7,93±0,05

При анализе молока в зимний период можно отметить повышение всех учтённых показателей в сравнении с летним периодом. Сравнивая данные табл. 1 и 2, можно отметить, что у коров красной степной породы в зимний период белкомолочность повысилась на 1,04 %, 0,33%, лактоза – 0,59, СОМО – 1,08 соответственно ($p \leq 0,001$).

Аналогичное изменение этих показателей наблюдалось и у коров чёрно-пёстрой породы. Содержание белка, жира, лактозы, СОМО в зимний период было выше на 0,72; 0,32; 0,53 и 1,13 %, в сравнении с летним. Изменение качественных показателей молока, видимо, связано состава рациона, в зимний период в нём содержится меньше сочных кормов, чем в летний, где значительную часть рациона представляет свежая травяная растительность.

Таблица 2

Качество молока разных пород крупного рогатого скота
в зимний период 2024/2025 гг., %

Показатель	Красная степная		Чёрно-пестрая		Голштинская	
	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Белок	-	4,02±0,00	3,47±0,00	3,66±0,09	3,39±0,00	3,31±0,08
Жир	-	4,31±0,00	4,45±0,06	4,26±0,07	4,20±0,06	4,22±0,07
Лактоза	-	5,19±0,00	4,92±0,01	4,98±0,07	4,79±0,01	4,89±0,07
СОМО	-	9,45±0,00	9,17±0,02	9,06±0,13	-	8,89±0,13

Примечание. «-» – данные отсутствуют.

При этом следует отметить, что в зимний период молоко коров красной степной породы также имеют превосходство по всем учтённым показателям над коровами чёрно-пёстрой и голштинской. Так, содержание белка у коров красной степной породы в 2025 г. находилось на уровне 4,02 %, тогда как в чёрно-пёстрой - 3,66 %, голштинской - 3,39 %. Различия на уровне 0,36-0,39 % ($p \leq 0,001$). В то же время по содержанию жира изучаемые породы не имеют существенных отличий. Красная степная порода характеризуется более

высоким содержанием лактозы – 5,19%, что выше, чем у коров чёрно-пёстрой породы на 0,21 %, и на 0,30 %, чем голштинской. Содержание СОМО также выше в молоке коров красной степной породы, в сравнении с чёрно-пёстрой и голштинской на 0,39 и 0,56 % соответственно ($p \leq 0,001$).

Анализ молока в смежные годы в летний период был проведён по коровам чёрно-пёстрой и голштинской. Достоверных различий между показателями не установлено, что указывает на стабильность кормления и содержания коров, при которых реализуется их генетический потенциал.

Заключение. Сравнительная оценка качественных показателей молока коров разных пород показала, что лучшее молоко было получено от коров красной степной породы, отличающееся высокой жирномолочностью и белкомолочностью, содержанием лактозы и СОМО. Значительные отличия между качественными показателями молока выявлено по сезонам года. Более высокие показатели по содержанию жира, белка, лактозы и СОМО было в молоке коров зимнего периода. В смежные годы различий по этим показателям не выявлено.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).
2. Абрамова Н.И. Влияние породной принадлежности коров на качественные показатели молока // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 3 (39). – С. 12-21
3. Великанов В.И., Слемзина А.В., Кляпнев А.В., Чвала А.В. Оценка качества сырого коровьего молока, поставляемого из хозяйств Нижегородской и Кировской областей на молочный комбинат «Нижегородский» в разные периоды года // Иппология и ветеринария. 2022. – № 1 (43). – С. 62-70.
4. ГОСТ 32255–2013. Молоко и молочная продукция. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора.
5. ГОСТ Р 54761–2011. Молоко и молочная продукция. Методы определения массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка.

<https://doi.org/10.26898/2026-190>
УДК 636.03

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕНАЖА ИЗ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

**Кашаева А.Р., д-р биол. наук, проф.,
Ахметзянова Ф.К., д-р биол. наук, проф.,
Шарипов Д.Р., канд. биол. наук, доцент,
Миникаев Д.Т., канд. биол. наук, ассистент**
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия
e-mail: aliam_81@mail.ru

Аннотация. В условиях повышенной засушливости климата Республики Татарстан наблюдается нестабильность в производстве традиционных объёмистых кормов, что угрожает устойчивости кормовой базы молочного скотоводства. В связи с этим актуальна разработка адаптивных технологий, основанных на использовании засухоустойчивых культур. Установлено, что введение сенажа из сорго-суданкового гибрида взамен силоса

кукурузного способствовала более существенному росту продуктивности коров. Среднесуточный надой натуральной жирности в опытной группе увеличился на 2,74 кг против 1,66 кг в контроле. Одновременно произошло повышение массовой доли жира в молоке в опытной группе (с 3,88 до 3,99%) при его снижении в контроле (с 3,99 до 3,95%). Разница в приросте удоя в пересчете на 3,4%-ную жирность в пользу опытной группы составила 2,48 кг. Расчеты экономической эффективности показали, что данная технология обеспечивает прирост чистой прибыли в размере 107,4 руб. на одну голову в сутки.

Ключевые слова: сенаж, сорго-суданковый гибрид, коровы, молочная продуктивность, рентабельность

Введение. В последние десятилетия Республика Татарстан все чаще подвергается засухам из-за глобального потепления климата, вследствие чего наблюдаются значительные колебания урожайности кормовых и зерновых культур по годам, недобор зеленой массы при производстве объемистых кормов, в том числе кукурузы, как основного кормового ресурса для всех видов сельскохозяйственных животных [1-3]. Данная ситуация требует разработки научно обоснованных адаптивных технологий получения и внедрения объемистых кормов из засухоустойчивых кормовых культур в молочном скотоводстве республики. Одними из таких культур являются сорговые: сорго-суданковый гибрид, сорго сахарное, сорго зерновое [4-7].

В ООО «Имени Тимирязева» Балтасинского района РТ в качестве сырья для получения консервированного корма использовали зеленую массу из сорго-суданкового гибрида, которая благодаря своим свойствам, как засухо- и солеустойчивость, способна обеспечить достаточно высокие урожаи в острозасушливые годы, что позволяет отнести её к одной из стабильных страховых культур.

Целью исследований являлось изучение внедрения технологии кормления лактирующих коров с применением сенажа из сорго-суданкового гибрида (ССГ) в условиях ООО «Имени Тимирязева» Балтасинского района РТ. В задачи исследований входило:

- 1) провести сравнительный анализ химического состава и питательности силоса кукурузного и сенажа из сорго-суданкового гибрида;
- 2) разработать рацион для высокопродуктивных лактирующих коров с введением сенажа ССГ взамен части кукурузного силоса;
- 3) определить влияние технологии кормления с использованием сенажа из ССГ на молочную продуктивность коров;
- 4) определить экономическую целесообразность внедрения технологии кормления с применением сенажа из ССГ в молочном скотоводстве хозяйства.

Материал и методы исследования. Научно-хозяйственный опыт по разработке технологии применения сенажа из сорго-суданкового гибрида в кормлении лактирующих коров был проведен в условиях ООО «Имени Тимирязева» Балтасинского района Республики Татарстан. Для проведения опыта были определены 2 коровника (контрольный и опытный) с поголовьем лактирующих коров 98 и 94 головы соответственно. Продолжительность научно хозяйственного опыта составила 60 суток (подготовительного – 15 и учетного 45 суток).

В подготовительный период осуществляли наблюдение за состоянием здоровья животных, были изучены условия содержания, состояние кормовой базы, проведен зоотехнический анализ кормов, проанализирован существующий и разработан новый рацион кормления для опытной группы коров. В учетный период кормление в опытной группе коров организовали согласно составу нового рациона, предусматривающего применение сенажа ССГ взамен части силоса кукурузного, в то время как контрольные коровы продолжали получать общехозяйственный рацион.

В начале и в конце опытного кормления были проведены контрольные доения коров обеих групп. Средние пробы молока отбирали от каждой коровы в ходе вечернего и

утреннего доения, пропорционально величине удоя (ГОСТ 26809.1-2014). Качество молока-сырья определяли в лаборатории селекционного контроля качества молока Акционерного общества «Головное племенное предприятие «Элита» (АО ГПП «Элита») Высокогорского района РТ. Исследование молока проводили с использованием автоматической системы CombiFoss™ 7, объединяющей Milko Scan FRM Fossomatic TM7.

Экономическую эффективность оценивали по количеству молока натуральной и базисной (3,4%-ной) жирности, а также затратам кормов на единицу продукции.

Полученный цифровой материал обработан с использованием метода вариационной статистики и программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office.

Результаты исследований. Молочную продуктивность коров оценивали по валовому и среднесуточному удою коров в контрольном и опытном коровниках. В ходе исследований прослеживалась определенная положительная динамика молочной продуктивности коров опытной группы в сравнении с контрольной в связи с введением сенажа из сорго-суданкового гибрида (см. таблицу).

Эффективность скармливания сенажа из сорго-суданкового гибрида (в сутки на 1 голову)

Показатель	Группа	
	контрольная (n = 98)	опытная (n = 92)
Среднесуточный удой молока в пересчете на 3,4% базисную жирность в начале опытного кормления, кг	34,68±1,12	29,70±0,92
Среднесуточный удой молока в пересчете на 3,4% базисную жирность в конце опытного кормления, кг	36,26±0,95	33,76±0,91
Дополнительно получено молока от одной головы с начала учетного периода опыта, кг	1,58	4,06
Разница между группами, кг	-	2,48
Стоимость суточного рациона коров, руб., в т.ч. с сенажом из ССГ, руб.	382,0 -	383,0 23,4
Стоимость 1 кг молока с НДС, руб.	55,0	55,0
Стоимость дополнительно полученного молока в сутки по отношению к началу опыта, руб.	86,9	223,3
Разница по отношению к контролю, руб.	-	136,4
Затраты ЭКЕ на прибавленное молоко, кг	0,71	0,80
Затраты ЭКЕ на прибавленное молоко, руб.	16,7	45,5
Чистая прибыль на 1 голову в сутки, руб.	70,2	177,8
Разница по отношению к контролю, руб.		107,4

Среднесуточные удои молока натуральной жирности увеличились в контрольной группе на 1,66 кг (с 29,55 до 31,21 кг), а в опытной на 2,74 кг (с 26,03 до 28,77 кг). Изменение коснулось и массовой доли жира в молоке. Этот показатель в опытной группе возрос с 3,88 до 3,99%, то есть на 0,11%, тогда как у коров контрольной группы наблюдалось снижение показателя с 3,99 до 3,95%, то есть на 0,04%. С учетом этого, среднесуточные удои в пересчете на базисную 3,4%-ную жирность увеличились в контрольной группе на 1,58 кг (с 34,68 до 36,26 кг), а в опытной – на 4,06 кг (с 29,70 до 33,76 кг). Разница в пользу опытной группы составила 2,48 кг.

Расчеты экономической эффективности показали, что частичная замена кукурузного силоса на сенаж из сорго-суданкового гибрида в рационах лактирующих коров обеспечивает прирост чистой прибыли в размере 107,4 руб. от одной головы в сутки.

Таким образом, внедрение в условиях ООО «Имени Тимирязева» Балтасинского района технологии кормления лактирующих коров с введением сенажа из сорго-суданкового гибрида взамен части силоса кукурузного способствует увеличению молочной продуктивности в пересчете на 3,4% базисную жирность на 2,48 кг, и получению чистой прибыли 107,4 руб. от одной головы в сутки.

Список литературы

1. Балакирев Н.А. и др. Качество объемистых кормов и полноценность рационов кормления зааненских коз в период лактации // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 83. – С. 160-165.
2. Кашаева А.Р., Ахметзянова Ф.К., Шакиров Ш.К., Багаутдинов Ф.Ф. Активированная минеральная цеолитсодержащая кормовая добавка «Zeol» в рационах лактирующих коров // Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 249. – № 1. – С. 93-98.
3. Кашаева А.Р., Ахметзянова Ф.К., Хашимов Р.И., Исламова Г.И. Мониторинг качества коровьего молока-сырья, производимого в сельхозпредприятиях Республики Татарстан // Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 252. – № 4. – С. 104-110.
4. Володин А.Б., Даниленко Ю.П., Болотин А.Г. Кормовая продуктивность сахарного сорго и сорго-суданковых гибридов на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 2. – С. 50-54.
5. Затеев В.С. и др. Зерновое сорго в кормлении лактирующих коров // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 7. – С. 34-38.
6. Большаков А.З., Целовальников И.К., Семенова Ф.К. Зерновое сорго как новый кормовой ресурс для КРС молочного и мясного направления в условиях планетарного потепления климата // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 109-113.
7. Cattani M., Guzzo N., Mantovani R., Bailoni L. Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, fatty acid profile, and coagulation properties in dairy cows // Journal of Animal Science and Biotechnology. – 2017. – No. 8. – P. 15.

<https://doi.org/10.26898/2026-191>
УДК 636.32/38.082.12

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА В ГЕНЕ BMP-15 НА КОЛИЧЕСТВО ПОЛИПЛОИДНЫХ КЛЕТОК

Климанова Е.А.¹, н.с.,

Андреева В.А.², руководитель группы развития медицинских изделий

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,

Новосибирск, Россия

²ООО «ИМБИАН ЛАБ»

Новосибирская область, рп Кольцово

e-mail: kateri2403@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния полиморфизма гена костного морфогенетического белка 15 (BMP-15) на количество полиплоидных клеток крови у овец романовской породы. BMP-15 известен как ключевой регулятор репродуктивной функции, однако его возможная роль в поддержании геномной стабильности и регуляции клеточного цикла изучена недостаточно. Исследование проводили на романовских овцах в Западной Сибири. Наблюдались особи с тремя видами генотипов – WW, WM и MM. Установлено, что среднее количество полиплоидных клеток в группе гомозигот WW составило $2,33 \pm 1,33$, в группе гетерозигот WM – $1,33 \pm 0,214$, а в группе гомозигот MM – $1,67 \pm 0,667$. Полученные данные не указывают на возможную ассоциацию между генотипами по локусу BMP-15 и уровнем полиплоидии у овец романовской породы.

Ключевые слова: овцы, BMP-15, полиплоидия, цитогенетика, полиморфизм

Введение. Изучение овец романовской породы представляет значительный научный и практический интерес в силу их уникальных биологических и продуктивных качеств. Выведенная в России, эта порода отличается выдающейся многоплодностью, скороспелостью и высоким качеством овчины, что делает ее ценным генетическим ресурсом [1-3]. Современные исследования фокусируются на выяснении генетических и физиологических механизмов, лежащих в основе ее полиэстричности и плодовитости, часто с анализом ключевых генов (таких как BMPR-1B, BMP-15, GDF-9). Параллельно изучаются вопросы повышения мясной продуктивности, адаптационного потенциала и здоровья животных. Генетические исследования романовских овец направлены не только на совершенствование породы, но и на сохранение ее генофонда, а также на использование ее как модельного объекта для фундаментальных исследований репродуктивной биологии и генетики признаков сельскохозяйственных животных [4-6].

Ген BMP-15 относится к семейству трансформирующих факторов роста β (TGF- β) и играет критическую роль в регуляции фолликулогенеза и овуляции у овец. Мутации в этом гене ассоциированы с повышением плодовитости у ряда пород, однако его влияние на нерепродуктивные признаки, включая клеточный гомеостаз, биохимические, цитогенетические и другие показатели, изучено недостаточно [7, 8]. Полиплоидия является естественным процессом в некоторых типах дифференцированных клеток, но также может служить индикатором цитогенетических нарушений под воздействием генетических или внешних факторов [9, 10]. Изучение связи полиморфизма гена BMP-15 с количеством полиплоидных клеток представляет интерес для комплексной оценки генетического потенциала животных.

Целью работы являлось исследование количества полиплоидных клеток в крови овец с различными генотипами по полиморфизму в гене BMP-15.

Материалы и методы. Исследование проведено на овцах романовской породы, разделенных на три группы по генотипам BMP-15: гомозиготные WW и MM, гетерозиготный WM. Генотипирование выполняли методом ПЦР-ПДРФ-анализа. Цитогенетический анализ проводили на лимфоцитах периферической крови с подсчетом полиплоидных клеток на 200 метафазных пластинок. Статистическая обработка включала описательную статистику: среднее арифметическое (Mean), стандартная ошибка среднего (SE), медиана (Me), минимум (Min), максимум (Max), размах (Range), квартили Q1 и Q3, межквартильный размах (IQR) и стандартное отклонение (SD).

Данные по количеству полиплоидных клеток представлены в таблице.

Количество полиплоидных клеток у овец с разными генотипами BMP-15

Генотип	Mean	SE	Me	Min	Max	Range	Q1	Q3	IQR	SD
WW	2,33	1,33	1	1	5	4	1	4,33	3,33	2,31
WM	1,33	0,21	1	0	3	3	1	2	1	0,91
MM	1,67	0,67	1	1	3	2	1	2,67	1,67	1,15

Анализ показал, что среднее количество полиплоидных клеток в группе гомозигот WW равно 2,33, в группах WM и MM – 1,33 и 1,67 соответственно. Во всех группах установлена высокая индивидуальная изменчивость количества полиплоидных клеток. Медианные значения во всех группах были одинаковыми (Me = 1), что указывает на асимметричное распределение данных в группе WW.

Таким образом, не установлена ассоциация количества полиплоидных клеток с генотипами WW, WM, MM по локусу BMP-15 у овец романовской породы. Установлена высокая фенотипическая изменчивость количества полиплоидных клеток в пределах каждого генотипа.

Список литературы

1. Кушнир А.В., Глазко В.И., Петухов В.Л. и др. Биология, генетика и селекция овцы. – Новосибирск: Прометей, 2010. – 520 с.
2. Климанова Е.А., Тарасенко Е.И. Исследование ассоциативной связи полиморфизма гена миостатина с уровнем тиреоидного гормона у овец романовской породы // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2025. – № 1. – С. 21-28.
3. Климанова Е.А. Полиморфизм гена миостатина в популяции романовских овец Западной Сибири // Зоотехния. – 2024. – № 11. – С. 11-13. DOI: 10.25708/ZT.2024.97.84.002.
4. Коновалова Т.В., Климанова Е.А., Тарасенко Е.И., Себежко О.И., Короткевич О.С., Петухов В.Л., Моружи И.В., Пищенко Е.В., Маренков В.Г. Связи генотипов BMPR-1B с показателями минерального обмена у овец романовской породы // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2025. – № 4 (77). – С. 161-169. DOI: 10.31677/2072-6724-2025-77-4-161-169.
5. Климанова Е.А., Коновалова Т.В. Полиморфизм локуса BMP-15 у овец романовской породы в условиях Западной Сибири // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (67). – С. 197-204. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-197-204.
6. Galloway S.M., McNatty K.P., Cambridge L.M., Laitinen M.P., Juengel J.L., Jokiranta T.S., McLaren R.J., Luiro K., Dodds K.G., Montgomery G.W., Beattie A.E., Davis G.H., Ritvos O. Mutations in an oocyte-derived growth factor gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner // Nat. Genet. – 2000. – Vol. 25. – P. 279–283. DOI: 10.1038/77033.
7. Климанова Е.А., Александрова Д.А., Кочнев Н.Н. Молекулярно-генетический анализ взаимодействия генов, ассоциированных с репродуктивными функциями животных // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1 (74). – С. 170-176. DOI: 10.31677/2072-6724-2025-74-1-170-176.
8. Monteagudo L.V., Ponz R., Tejedor M.T., Laviña A., Sierra I. A 17 bp deletion in the Bone Morphogenetic Protein 15 (BMP15) gene is associated to increased prolificacy in the Rasa Aragonesa sheep breed // Anim. Reprod. Sci. – 2009. – Vol. 110. – P. 139–146. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2008.01.005.
9. Anatskaya O.V., Vinogradov A.E. Polyploidy as a Fundamental Phenomenon in Evolution, Development, Adaptation and Diseases // Int. J. Mol. Sci. – 2022. – Vol. 23. – P. 3542. DOI: 10.3390/ijms23073542.
10. Андреева В.А. Хромосомная нестабильность у разных видов сельскохозяйственных животных (обзор) // Главный зоотехник. – 2021. – № 5. – С. 12-18. DOI: 10.33920/sel-03-2105-03.

О ЛАБОРАТОРИИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЭВСИДВ

Козеев Е.В., канд. физ.-мат. наук, в.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: lanta41@mail.ru

Аннотация. Приведены примеры успешных решений актуальных проблем в изучении живых систем лабораторией новых технологий ИЭВСИДВ СФНЦА РАН, созданной Александром Семеновичем Донченко в 2000 году для решения научных и прикладных задач ветеринарии с использованием микроэлектроники, путем разработки новых способов, специализированных сенсорных элементов и электронных приборов. Отмечаются особенности электронного оборудования созданного в лаборатории за многие годы с использованием физических методов исследований и специально разработанных сенсорных преобразователей с рекордными характеристиками.

Ключевые слова: туберкулез, цифровой ветеринарный кутиметр, индикатор качества молока, сенсорные преобразователи, электронные приборы, оптические методы исследований, светолечебные аппараты, влажность пантов, анализатор качества зерна, устройство для измерения концентрации озона

Лаборатория новых технологий создана Александром Семеновичем Донченко в Институте ветеринарии Сибири и Дальнего Востока в 2000 году для решения научных и прикладных проблем путем разработки новых способов, специализированных сенсорных элементов и электронных приборов, а также, для создания новых эффективных способов изучения живых систем с использованием физических методов исследований и микроэлектроники.

При комплексном подходе к решению проблемы по созданию профессионального инструментария для проведения туберкулиновой пробы животных на туберкулез проведены исследования по разработке цифрового ветеринарного кутиметра на основе специально разработанных сенсорных преобразователей и электронного модуля с программным обеспечением. Результаты исследований цифрового ветеринарного кутиметра представлены в [1-3] и на XXVIII Международном научно-практическом форуме.

Для проведения научных исследований и испытания создаваемых оптических преобразователей для решения задач агробиотехнологий разработан комплекс оборудования для изучения влияния оптических воздействий на микроорганизмы (рис. 1), проведены исследования, разработаны и изготовлены опытные образцы светолечебных аппаратов «Векта» и «Лант» для лечения КРС (рис. 2).

Предложен способ регистрации озона, разработан датчик с использованием спектрально совмещенных максимумов поглощения озона, оптического излучателя и фотоприемника. Разработан и изготовлен опытный образец прибора (рис. 3), предназначенного для санации и дезинфекции участков, наиболее чувствительных к инфекциям, как, например, инкубаторы и родильные помещения животных, а также для измерения концентрации озона при проведении процедуры «озонотерапии».

Для контроля состояния молочных желез коров в результате проведенных исследований на основе метода измерения удельной электропроводности разработан зонд и индикатор качества молока ИКМ-3 (рис. 4) [4, 5].



Рис. 1. Исследовательский комплекс



Рис. 2. Светолечебные аппараты «Векта» и «Лант»

Предлагаемый прибор от известных аналогов отличается оригинальным зондом, обеспечивающим высокую точность измерений и достаточно достоверное выявление аномального (маститного) молока животных. Результаты обследований животных по выявлению мастита в производственных условиях прибором ИКМ-3 параллельно с ежемесячным мониторингом дойного поголовья коров на состояние молочных желез показаны на рис. 5.



Рис. 3. Устройство для измерения концентрации озона



Рис. 4. Индикатор качества молока ИКМ-3

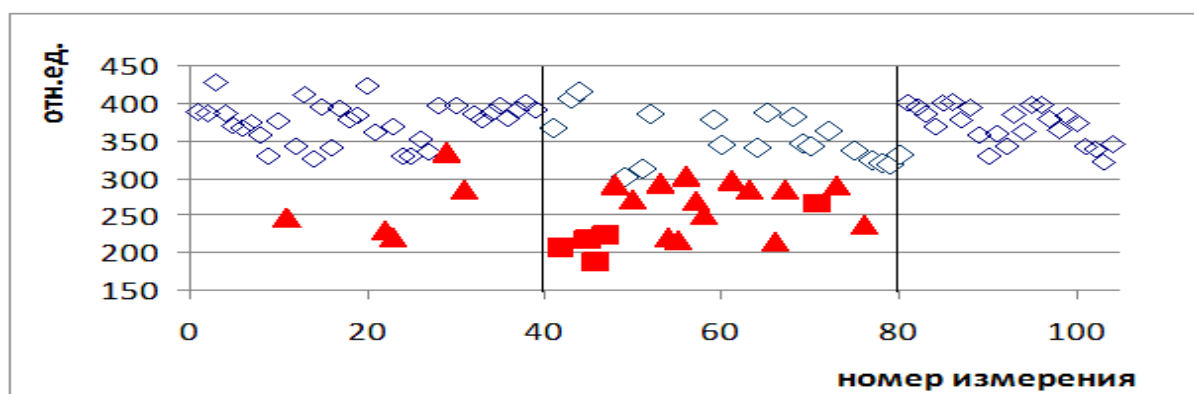


Рис. 5. Результаты тестирования прибором ИКМ-3 дойного поголовья на мастит

Как видно из рис. 5, наблюдается хорошая корреляция полученных результатов по выявлению мастита прибором ИКМ-3 [4, 5] с показаниями, полученными с использованием дорогостоящего и сложного оборудования с трудоемкой и сложной обработкой полученной информации способа выявления мастита, как, метод выбраковки по числу соматических

клеток. При этом испытание прибором ИКМ-3 не требует каких-либо компонент и занимает всего несколько минут для проведения пробы с высвечиванием результатов на цифровом табло.

Для измерения влажности пантов использован кондуктометрический метод. Разработано компактное устройство с цифровой индикацией (рис. 6), которое успешно апробировано и принято к использованию в мараловодческих хозяйствах Республики Алтай.

Контроль качества товарного зерна проса осуществляется путем обрушивания зерен с последующей ручной разбраковкой в соответствии с ГОСТ 22983-88 и ГОСТ 13586-2.81 для определения в пробе процентного содержания здоровых, поврежденных и испорченных (меланозных) зерен. Нами проведены исследования по разработке сенсорных преобразователей на основе спектрально совмещенных оптического излучателя и фотоприемника для автоматизированного способа разбраковки зерен по качеству. В результате исследований в широком спектральном диапазоне найдена длина волны, на которой здоровые зерна достаточно прозрачны, а испорченные - не прозрачны. На основе этого разработан оптико-электронный преобразователь и изготовлен экспериментальный образец анализатора качества с автоматизированной разбраковкой зерен в процентном соотношении здоровых, поврежденных и испорченных (меланозных) зерен в пробе (рис. 7). При подключении самописца имеется возможность регистрации качество каждого отдельного зерна.



Рис. 6. Цифровой индикатор влажности пантов

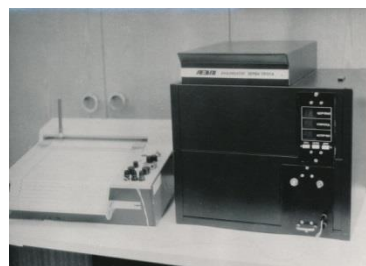


Рис. 7. Анализатор качества зерна

Образцы разработанного оборудования для агробиотехнологий докладывались на различных конференциях [2, 4, 5] и представлялись на многих выставках. Участие на выставках достижений СФНЦА РАН отражено на фотографиях (рис. 8, 9).



Рис. 8. Выставка достижений СФНЦА РАН



Рис. 9. Выставка достижений СФНЦА РАН

Список литературы

1. Козеев Е.В., А.С. Донченко, Козеев А.Е., Плотников Я.В. Патент на полезную модель Цифровой ветеринарный кутиметр, № 239164 от 08.07.2025 г.
2. Козеев Е.В., А.С. Донченко, Козеев А.Е. и др. Цифровой ветеринарный кутиметр // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана: сб. науч. докл. XIII-й Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2010.
3. Козеев Е.В., Зюзиков А.В., Шкиль Н.А. и др. Полезная модель РФ № 2014131809/04(051132) от 31.07.2014 г. А 01J5/14, G01N33/48. Устройство для диагностики субклинического мастита у коров.
4. Козеев Е.В., Терлеев С.Ю., Шкиль Н.А. и др. Особенности прибора ИКМ-3 и результаты экспресс диагностики аномального молока коров // Материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 19–21 окт. 2016 г.): в 2 т. – Т. 2. – С. 64-69.
5. <https://gospres.ru/2018/01/19/vrio-gubernatora-novosibirskoj-oblasti-andrej-travnikov-oznakomilsya-s-rabotoj-sibirskogo-federalnogo-nauchnogo-tsentra-agrobiotekhnologij>.

РАЗЛИЧИЕ В ПЕРЕВАРИМОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

Козырев А.М., аспирант

Научный руководитель – Овчинников А.А., д-р с.-х. наук, проф.

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: amk23032000@gmail.com

Аннотация. Изучение эффективности использования в рационе цыплят-бройлеров кормовой добавки Экстра-Спайси в дозировке 0,35; 0,50 и 0,65 кг/т корма показало, что наиболее целесообразной является средняя дозировка фитобиотика. В возрасте птицы три недели она увеличила переваримость сырого протеина корма на 1,47%, сырого жира - на 3,41%, а также сырой клетчатки и БЭВ. При этом отложение азота в теле бройлеров превосходило аналогов контрольной группы на 8,1%, в то время как в других группах разница составила только на 3,5-4,6%. На завершающем этапе выращивания цыплят-бройлеров переваримость сырого протеина и жира была выше контрольной группы на 1,34 и 4,87%, а отложение азота в теле - на 8,2%. Наименьшее отложение азота в теле бройлеров отмечено в группе с высокой дозировкой кормовой добавки - 3,28 г, что ниже контрольной группы на 1,9%.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка, фитобиотик, переваримость питательных веществ, баланс азота

Биологически активный комплекс растительной клетки у разных видов растений имеет существенное различие и во многом оказывает влияние на степень секреторной функции желез внутренней секреции организма сельскохозяйственных животных и птицы, что, в свою очередь, изменяет степень переваримости питательных веществ рациона, поступления конечных продуктов гидролиза в кровь и посредством ее в органы и ткани [1, 2]. С каждым годом увеличивается перечень количества кормовых растений, используемых в составе моно- или комплексных кормовых добавок направленного действия для сельскохозяйственной птицы.

Фитобиотики хорошо совместимы со многими другими биологически активными веществами и усиливают позитивное влияние на бактериальный состав желудочно-кишечного тракта животного, иммунный статус организма, рост и сохранность поголовья [3-5].

Отличительной особенностью фитобиотиков является их возможность разрушать клеточную стенку простейших, поражение которыми достигает до 80% общего поголовья животных и птицы.

К группе фитобиотических добавок, обладающих полифункциональным действием, относится и Экстра-Спайси, представляющий из себя комплекс различных форм чеснока.

Целью проведенных исследований являлось установить различие в переваримости питательных веществ рациона цыплят-бройлеров при включении в рацион кормовой добавки Экстра-Спайси.

Объектом исследования были четыре группы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» ООО «Магнитогорский птицеводческий комплекс», по 35 голов в каждой. К основному рациону кормления птица I опытной группы дополнительно получала добавку Экстра-Спайси в дозе 0,35 кг, II - 0,50 кг и III группа - 0,65 кг/т корма. При этом всему подопытному

поголовью были созданы одинаковые условия содержания. Для сравнения степени переваримости питательных веществ рациона бройлеров, по общепринятым методикам ВНИТИП, был проведен балансовый опыт при выращивании птицы на стартовом и финишном рационе кормления (21 и 35 сут). На основании полученных коэффициентов переваримости сырого протеина был рассчитан баланс азота, позволяющий характеризовать рост и развитие птицы.

Полученный материал был обработан биометрически с определением уровня достоверности.

Полученные данные показали, что на фоне сбалансированного кормления цыплят-бройлеров в период их выращивания, разная дозировка изучаемой кормовой добавки оказала не одинаковое влияние на переваримость сухого вещества и органической части корма.

Так, в трехнедельном возрасте переваримость сухого вещества в контрольной группе была на уровне 75,07%, в I опытной выше на 1,09%, во II - на 1,51 и в III группе - на 0,68%. Различие в переваримости органического вещества соответственно составило 1,30%, 2,25 и 0,39% в сравнении с контрольной группой, у которой она была 77,42%. Расчет переваримости сырого протеина и сырого жира рациона бройлеров в трехнедельном возрасте показал, что наибольшее различие в контрольной группой отмечено у птицы со средней дозировкой фитобиотика (рис. 1).

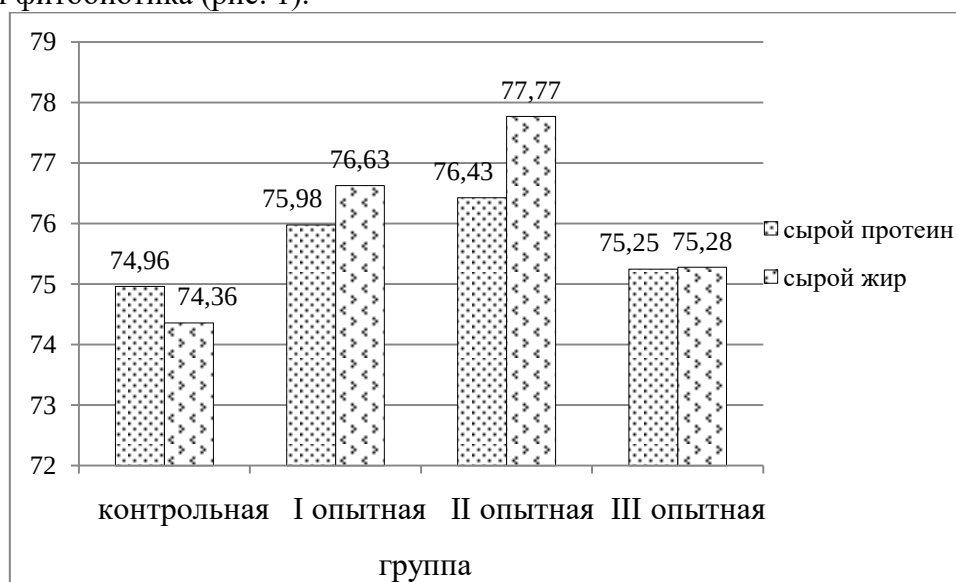


Рис. 1. Коэффициенты переваримости сырого протеина и жира рациона цыплят-бройлеров в трехнедельном возрасте, %

Так, если в I опытной группе в сравнении с контрольной сырой протеин переваривался больше на 1,02%, то во II группе различие увеличилось до 1,47% ($P \leq 0,05$), в III группе - только на 0,29%, а по сырому жиру разница составила 2,27 ($P \leq 0,05$), 3,41% ($P \leq 0,01$) и 0,92% соответственно. Сырая клетчатка переваривалась в организме птицы опытных групп выше на 1,95-2,75% ($P \geq 0,05$), а группа БЭВ - на 1,32-2,54% ($P \geq 0,05$).

Расчет баланса азотистых веществ в организме цыплят-бройлеров в трехнедельном возрасте показал (рис. 2), что при одинаковом их поступлении потери с пометом у птицы

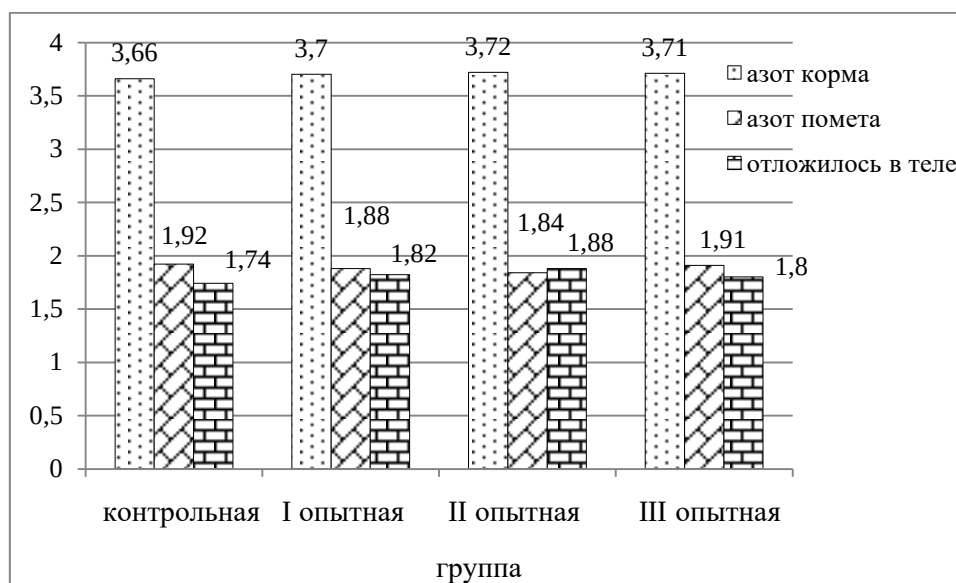


Рис. 2. Баланс азота в организме цыплят-бройлеров в возрасте трех недель, г/гол. в сутки

II и III опытной группы были наименьшими, что обеспечило его отложение в теле на уровне 1,82-1,88 г, в то время как в контрольной и в III опытной группе оно составило 1,74-1,80 г.

С переходом кормления цыплят-бройлеров финишным рецептом комбикорма переваримость питательных веществ корма в организме птицы имела аналогичную закономерность. Так, разница в переваримости сухого вещества составила 0,90% в I группе, 1,22 % - во II и 0,41% - в III группе, органического вещества - 1,05; 1,64 и 0,80% соответственно.

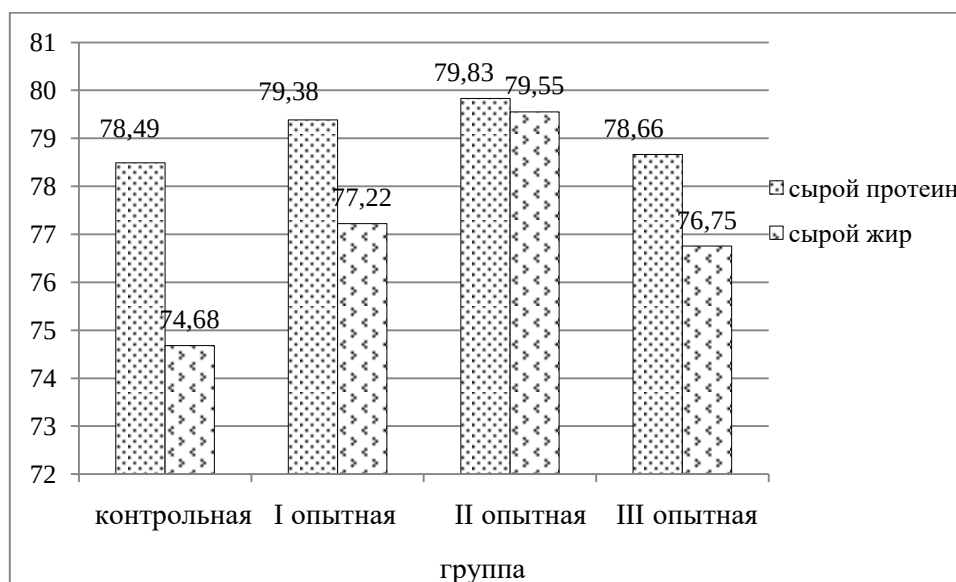


Рис. 3. Коэффициенты переваримости сырого протеина и сырого жира рациона цыплят-бройлеров в 5-недельном возрасте, %

При переваримости сырого протеина в контрольной группе на уровне 78,49%, в I опытной разнице составило 0,89%, во II - 1,34% ($P \leq 0,05$) и в III группе - 0,17%, по сырому жиру - 2,54%, 4,87 ($P \leq 0,01$) и 2,07% соответственно (рис. 3).

Переваримость сырой клетчатки увеличивалась с 22,42% в контрольной группе до 23,42% в I опытной, до 24,26% - во II и до 23,07% - в III опытной группе, а БЭВ - с 87,09% до 87,77%; 88,32 и 88,02% соответственно.

С увеличением потребления корма растущей птицей повысилось и количество азота в суточном рационе (рис. 4). При этом его потери с пометом у птицы I группы в сравнении с контрольной снизились на 3,7% ($P \leq 0,05$), во II - на 10,6% ($P \leq 0,001$), в III группе - на 0,3%.

Полученное различие показало, что азот корма в организме птицы II опытной группы используется лучше всего, как в расчете от принятого (55,4%), так и от переваренного количества (69,4%).

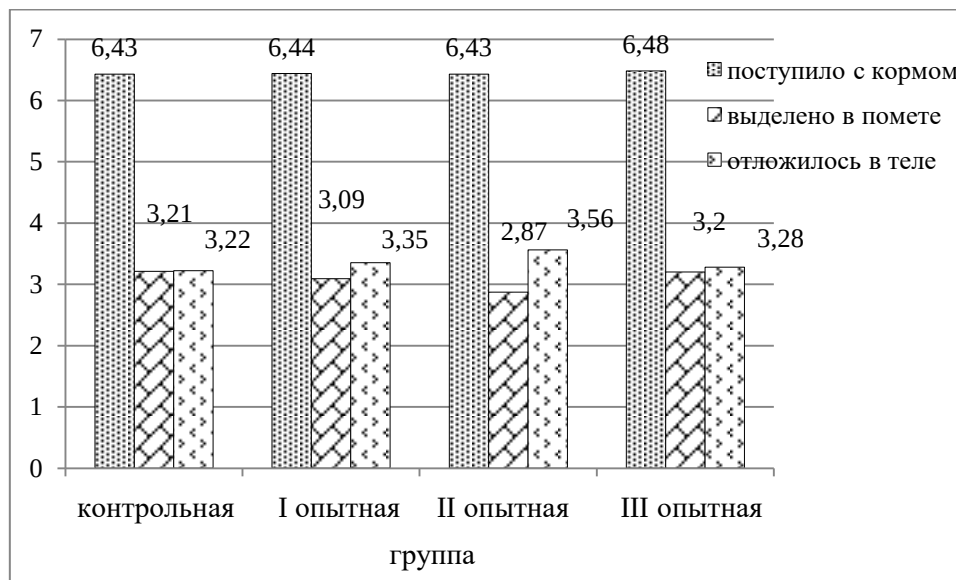


Рис. 4. Баланс азота в организме цыплят-бройлеров в возрасте пяти недель, г/гол. в сутки

Таким образом, изучаемая кормовая добавка Эктра-Спайси в количестве 0,50 кг/т корма как стимулятор роста цыплят-бройлеров оказала наилучшее влияние на переваримости питательных веществ рациона и отложение в теле азота корма.

Список литературы

1. Овчинников А.А., Яптик Н.Д. Переваримость питательных веществ и использование рациона цыплят-бройлеров с кормовой фито-пребиотической добавкой // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2025. - № 5 (238). - С. 3-12. DOI: 10.33920/sel-05-2505-01.
2. Яптик Н.Д. Влияние фитодобавки на пищеварительные процессы в организме цыплят-бройлеров // Достижения науки - агропромышленному комплексу: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ин-та ветеринарной медицины, Ин-та агроэкологии Южно-Уральского гос. аграр. ун-та. - Челябинск, 2024. - С. 166-171.
3. Алексеева З.Н., Клемешова И.Ю., Реймер В.А. Фитобиотики при выращивании молодки кур // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. НГАУ. - Новосибирск: Золотой колос, 2016. - С. 98-101.
4. Хорошевская Л.В., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Мосолов А.А., Абрамов С.Б., Балышев А.В., Хорошевский А.П. Влияние кормовой добавки, сочетающей антикокцидийный и пребиотический препараты, на сохранность и приросты цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. - 2025. - Т. 108. - № 1. - С. 145-157.
5. Федотов В.А., Никитченко В.Е., Никитченко Д.В., Егоров И.А., Егорова Т.В. Фитобиотик в кормлении птицы // Птицеводство. - 2018. - № 8. - С. 33-37.

ЖИВАЯ МАССА И ПРИРОСТЫ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ, РАЗВОДИМЫХ В РАЗНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Макарова Е.Ю.

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Сибирского
федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Кызыл, Россия
e-mail: makarova-elena14@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – изучить живую массу и приросты молодняка овец тувинской короткожирнохвостой породы разводимых в разных районах Республики Тыва. Исследования проведены в 2024-2025 гг. в ЛПХ Оюн Л.К. (с. Сосновка, Тандинский район) и СПК ПХ «Бай-Хол» (Эрзинский район). Объектами исследований являлись чистопородный молодняк тувинской короткожирнохвостой породы Эрзинского района (I группа) и Тандинского района (II группа). Изучена живая масса от периода рождения до 6-месячного возраста. Вычислены приросты: абсолютный, среднесуточный и относительный. В результате исследований установлено, что у животных II группы были достоверно высокие показатели живой массы в период рождения. Новорожденный молодняк II группы имел живую массу 4,01 кг, что на 12,01% выше, чем у молодняка I группы. По остальным исследованным данным существенная разница не выявлена.

Ключевые слова: овцы, молодняк, тувинская короткожирнохвостая порода, живая масса

Основной животноводческой отраслью сельского хозяйства Республики Тыва является разведение мелкого рогатого скота. Разведение овец всегда являлось традиционной отраслью кочевого народа Тывы передающейся из поколения в поколение, что обусловлено наличием естественных пастбищ. Для повышения численности поголовья овец, улучшения качества получаемой продукции, требуется контроль и анализ показателей развития отрасли и качества получаемой продукции. По данным статистики Республики Тыва, овцепоголовье на 1 декабря 2025 г. составляло 507,05 тысяч голов. Овцеводы занимаются разведением овец тувинской короткожирнохвостой породы, которая составляет от общего овцепоголовья 99%.

Для повышения уровня поголовья овец и улучшения качества продукции, необходимо изучать отрасль овцеводства и следить за качеством продуктивности.

Овцы тувинской короткожирнохвостой породы отлично приспособлены к условиям изменяющегося климата, обладают хорошей выносливостью и прекрасно используют пастбища круглый год. Тувинские короткожирнохвостые овцы характеризуются как высоконогие животные, туловище немного растянуто, в основном белой масти с черной головой, но нередко встречаются пестрые, бурые, рыжие и черные особи. Живая масса взрослых овец колеблется в широких пределах: овцематки весят весной от 29 до 50 кг, осенью после нагула – от 39 до 63 кг, бараны – от 59 до 89 кг соответственно. Местные овцы имеют грубую шерсть. Средняя тонина ости и мертвого волоса – 115,7 мкм, пуха – 18,5 и переходного волоса 37,8 мкм [1].

Живая масса, приросты и другие показатели продуктивности мелкого рогатого скота ранее изучены в работах многих ученых [2-5].

Цель исследования – изучить живую массу и приросты молодняка овец тувинской короткожирнохвостой породы разводимых в разных районах Республики Тыва.

Объекты исследований – чистопородный молодняк тувинской короткожирнохвостой породы Эрзинского района (I группа) и Тандинского района (II группа) от периода

новорожденности до 6-месячного возраста, в количестве 40 голов. Содержание и кормление овец одинаковое.

Научно-исследовательская работа проводилась в личном подсобном хозяйстве (ЛПХ) Оюн Л.К., расположенном в с. Сосновка Тандинского района, и в сельскохозяйственном производственном кооперативе племенное хозяйство (СПК ПХ) «Бай-Хол» Эрзинского района Республики Тыва с 2024 по 2025 г.

Живую массу молодняка овец определяли методом индивидуального взвешивания животных в весенний и осенний периоды года. Вычислены абсолютный, среднесуточный и относительный приросты.

Полученные результаты исследований обработаны методом вариационной статистики с помощью пакета прикладных компьютерных программ MS Excel 2010.

Одним из наиболее распространенных методов учета роста, развития и скороспелости животных является определение его живой массы в различные периоды жизни [6]. Показатель живой массы является одним из главных у животных сельского хозяйства, который характеризует рост и развитие и говорит об их упитанности [7]. В таблице представлены данные о живой массе и приростах молодняка овец разводимых в разных районах республики.

Живая масса и прирост молодняка овец, разводимых в разных районах

Молодняк, ярочки	Группа животных	
	I (n = 20)	II (n = 20)
	M ± m	
Живая масса, кг		
Новорожденные	3,58±0,1	4,01±0,14*
6 месяцев	31,88±0,6	32,83±1,08
Прирост		
Абсолютный, кг	28,22±0,1	28,85±1,12
Среднесуточный, г	156,71±0,1	160,2±6,2
Относительный, %	159,53±1,36	156,0±2,04

*P ≥ 0,95.

Из данных таблицы видно, что средние значения живой массы были выше у животных второй группы в период новорожденности на 0,43 кг, по сравнению с овцами первой группы. Остальные исследованные значения живой массы и приростов существенной разницы не установили.

Таким образом, полученные исследования показали, что молодняк, разводимый в Тандинском районе, имел более высокую живую массу в период новорожденности, чем животные Эрзинского района в 1,12 раза, что говорит о хороших кормовых и климатических условиях района, где ярочки рождаются более крупными.

Из вышеизложенного можно предположить, что для получения более крупного по массе молодняка овец, больше подходит климат и кормовые условия Тандинского района, чем условия Эрзинского района.

Список литературы

1. Бекетов С.В., Коноров Е.А., Пискунов А.К. и др. Популяционно-генетическая характеристика тувинских короткожирнохвостых овец // Генетика. – 2022. – Т. 58. – № 3. – С. 332-342.
2. Абонеев В.В., Колосов Ю.А. Куликова А.Я., Абонеева Е.В. Хозяйственно-полезные признаки овец породы маньчжурский меринос маньчжурского заводского типа разных линий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2024. – № 3 (45). – С. 46-54.

3. Абонеев В.В., Колосов Ю.А., Куликова А.Я., Абонеева Е.В. Мясная продуктивность тонкорунного молодняка овец различного происхождения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2025. – № 3 (49). – С. 76-83.
4. Шимит Л.Д., Баажай Ч.К. Рост и развитие молодняка овец тувинской короткожирнохвостой породы овец в условиях СПК племенное хозяйство «Бай-Хол» Эрзинского кожууна // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Сибирского региона и сопредельных территорий: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Кызыл: ТывГУ, 2024. – С. 93-96.
5. Irgit R.Sh., Khodusov A.A., Ponomareva M.E., Ondar S.N., Sambu-Khoo Ch.S. Live weight and Coat Length of Tuvan Coarse-Haired Goats // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser.: Innovative Technologies in Agroindustrial, Forestry and Chemical Complexes and Environmental Management, ITAFCCSEM 2021. – 2021. – P. 012037.
6. Фейзуллаев Ф.Р., Тимошенко Ю.И., Лепехина Т.В. Живая масса и суточные приросты баранчиков волгоградской тонкорунной мясо-шерстной породы разных генотипов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1 (139). – С. 1-5.
7. Чысыма Р.Б. Генофонд тувинского яка: сохранение и рациональное использование. – Новосибирск, 2009. – 210 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-195>
УДК 636.082.22

ПОВТОРЯЕМОСТЬ И НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

**Манукян Е.А.¹, соискатель,
Лепёхина Т.В.¹, д-р биол. наук, доцент,
Бакай Ф.Р.², канд. биол. наук, доцент,
Дао Туан Кьет¹, аспирант**

¹Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия

²Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского,
Московская область, Балашиха, Россия

e-mail: katrinochkaam@yandex.ru; tanya_charmed@mail.ru; bakai46@mail.ru;
daotuankiet.235@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования коэффициентов повторяемости молочной продуктивности у коров разных линий и селекций, работающих в Центральном регионе России (Московская область). Целью исследования являлась оценка стабильности удоя за лактацию, массовой доли жира (МДЖ) и белка (МДБ) в молоке у коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415, Монтвик Чифтейн 95679, Рефлексн Соверинг 198998 - нидерландской, российской и немецкой селекции. Коэффициенты повторяемости рассчитаны для смежных лактаций (с 1-й по 6-ю), а также обобщенно за период с 1-й по 5-ю или 6-ю лактацию. Данные показали, что повторяемость молочной продуктивности варьирует в зависимости от линии, селекции и номера лактации. Для нидерландской селекции линии Вис Бэк Айдиал 1013415 наблюдалась тенденция к увеличению коэффициента повторяемости удоя до 3-4 лактации, после чего происходило снижение. Для ряда линий выявлены низкие и

отрицательные значения коэффициентов повторяемости МДЖ, что указывает на нестабильность данного признака. Результаты указывают на необходимости комплексного подхода, включающего учет внешних факторов и дальнейшее совершенствование селекционных программ, направленных на стабильность и наследуемость лактационных характеристик.

Ключевые слова: молочная продуктивность, коэффициент повторяемости, селекция, линия, удой, массовая доля жира, массовая доля белка, генотип

Введение. Молочное животноводство играет ключевую роль в обеспечении населения высококачественными продуктами питания, являясь важной составляющей агропромышленного комплекса [8]. Одним из основных показателей эффективности молочного животноводства является молочная продуктивность коров, которая зависит от множества факторов, включая генетический потенциал, условия кормления и содержания, а также возраст животного [5].

Генетический потенциал коров определяет их способность к молочной продуктивности, однако, проявление этого потенциала может варьироваться в зависимости от условий окружающей среды. Оценка стабильности молочной продуктивности, или повторяемости признака, является важным инструментом для селекционной работы и управления стадом [3]. Коэффициент повторяемости (R) позволяет оценить, насколько стабилен признак у одной и той же коровы от лактации к лактации, что важно для прогнозирования продуктивности и отбора животных для разведения [1, 4].

В последние годы в молочном животноводстве России широко используются коровы различных пород и линий, в том числе импортной селекции [7]. Однако адаптация импортного генетического материала к местным условиям может быть различной, что влияет на стабильность молочной продуктивности [2]. Исследования коэффициентов повторяемости молочной продуктивности у коров разных линий и селекций в условиях Центрального регионе России (Московская область) представляют практический интерес для повышения эффективности молочного животноводства [6].

Целью исследования является оценка коэффициентов повторяемости основных показателей молочной продуктивности у коров голштинской породы разной линейной и селекционной принадлежности в условиях Московской области в ООО «Племзавод Барыбино».

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований послужили данные зоотехнического и племенного учета ООО «Племзавод Барыбино» Домодедовского района Московской области по итогам 2016-2025 гг. Изучена продуктивность голштинского скота молочного направления для трех селекционных групп: нидерландской, российской и немецкой, а также для нескольких линий внутри каждой группы. Рассчитаны коэффициенты повторяемости показателей молочной продуктивности (удой за лактацию, массовая доля жира, массовая доля белка) по смежным интервалам (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6) и по всей лактации (1-6). Биометрическая обработка данных проведена с использованием программы Microsoft Office Excel 2016. Коровы находились в сходных условиях кормления и содержания.

Результаты исследований. Результаты исследования показывают различия коэффициента повторяемости молочной продуктивности коров разного происхождения в зависимости от лактации, содержащихся в Московской области. Анализ данных приведен в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты повторяемости (R) молочной продуктивности голштинского скота разной селекции

Смежные лактации	Удой за всю лактацию, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %
<i>Нидерландская селекция</i>			
1-2	-0,05	-0,92	0,60
2-3	0,61	-0,72	-0,77
3-4	0,81	0,52	-0,12
4-5	-0,10	0,69	0,26
5-6	-0,99	0,39	0,39
1-6	-0,21	0,60	-0,38
<i>Российская селекция</i>			
1-2	0,20	-0,06	-0,18
2-3	0,06	-0,03	0,07
3-4	0,38	-0,21	-0,67
4-5	0,01	0,01	0,01
5-6	-	-	-
1-5	0,70	0,43	0,38
<i>Немецкая селекция</i>			
1-2	0,04	-0,03	-0,004
2-3	-0,10	-0,15	0,06
3-4	-0,99	0,25	-0,5
4-5	-0,03	0,83	1
5-6	-	-	-
1-5	0,41	-0,15	-0,87

Нидерландская селекция демонстрирует широкий диапазон коэффициента повторяемости, варьирующих от отрицательных значений – минимально -0,05 (для смежных интервалов 1-2) до положительных – максимум 0,81 (в интервале 3-4). Показатель 0,81 указывает на высокую стабильность признака в середине лактации, что указывает на наличие значимой наследуемости и возможности использования этих данных в селекционных целях. Вместе с тем отрицательные значения (например, -0,05 и -0,10) свидетельствуют о низкой или обратной повторяемости в ранних или поздних лактациях, что может быть связано с внешними факторами или генетической разнородностью.

Российская селекция показывает данные находящиеся в диапазоне от 0,01 до 0,70. Максимальные значения – 0,70 (по всей лактации 1-6) и 0,38 (в интервале 3-4) – свидетельствуют о наличии умеренной наследуемости и относительно высокой стабильности признака в течение всей лактации. Низкие значения (например, 0,01 или 0,06) указывают на малую стабильность в отдельных интервалах, в целом уровень повторяемости сохраняется положительный.

Немецкая селекция характеризуется значениями, колеблющимися от -0,99 (5-6 лактации) до 0,43 (3-4 лактации). Отрицательное значение -0,99 указывает на крайне низкую или отрицательную повторяемость, что свидетельствует о нестабильности признака в этой группе.

В табл. 2 представлены коэффициенты повторяемости (R) в зависимости от линейной принадлежности коров. Анализ проводился по удою за лактацию, массовой доли жира (МДЖ) и белка (МДБ) в молоке. Коэффициенты учтены для различных комбинаций лактаций (с 1-й по 6-ю), а также обобщены данные за период с 1-й по 5-ю или 6-ю лактацию. Общий диапазон значений R варьируется от -0,99 до 1, что указывает на значительную вариабельность повторяемости признаков в зависимости от генотипа и лактации.

Таблица 2

Коэффициенты повторяемости (R) молочной продуктивности по линейной принадлежности коров

Линия	Показатель			
	Смежные лактации	Удой за всю лактацию, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %
<i>Нидерландская селекция</i>				
Вис Бэк Айдиал 1013415	1-2	-0,05	-0,92	0,60
	2-3	0,61	-0,72	-0,77
	3-4	0,81	0,52	-0,12
	4-5	-0,10	0,69	0,26
	5-6	-0,99	0,39	0,39
	1-6	-0,21	0,59	-0,38
Монтвик Чифтейн 95679	1-2	-0,75	-0,68	0,60
	2-3	0,75	-0,70	-0,92
	3-4	0,77	0,39	0,60
	4-5	-0,10	0,86	0,44
	5-6	-0,10	0,52	0,71
	1-6	-0,77	0,56	-0,67
<i>Российская селекция</i>				
Вис Бэк Айдиал 1013415	1-2	0,20	-0,06	-0,18
	2-3	0,06	0,06	0,05
	3-4	0,38	-0,33	-0,41
	4-5	0,01	0,28	-0,38
	5-6			
	1-5	-0,14	0,35	-0,55
Рефлекшн Соверинг 198998	1-2	-0,07	0,01	0,03
	2-3	0,08	0,40	-0,06
	3-4	-0,11	-0,46	0,64
	4-5	-0,58	-0,55	-0,43
	5-6	-	-	-
	1-5	-0,16	-0,90	0,62
Монтвик Чифтейн 95679	1-2	0,43	-0,08	0,34
	2-3	-0,42	-0,69	-0,19
	3-4	0,86	-0,64	0,45
	4-5	-0,79	0,98	-1±0
	5-6	-	-	-
	1-5	-0,10	-0,04	-0,66
<i>Немецкая селекция</i>				
Вис Бэк Айдиал 1013415	1-2	0,12	-0,02	0,10
	2-3	-0,14	-0,16	0,02
	3-4	0,43	0,23	-0,15
	4-5	0,11	0,10	-0,17
	5-6	-	-	-
	1-5	-0,55	0,09	-0,34
Рефлекшн Соверинг 198998	1-2	-0,02	-0,05	-0,11
	2-3	-0,07	-0,17	0,07
	3-4	0,05	-0,16	-0,18
	4-5	-0,41	0,006	-0,08
	5-6	-	-	-
	1-5	-0,09	-0,17	-0,11
Монтвик Чифтейн 95679	1-2	-0,75	0,55	-0,13
	2-3	-0,85	-0,91	-0,68
	3-4	1±0	-0,34	-1±0
	4-5	0,68	0,61	-0,24
	5-6	-	-	-
	1-5	-1±0	0,17	-0,13

Линия Вис Бэк Айдиал 1013415, нидерландской селекции, демонстрирует непостоянную повторяемость удоя в зависимости от лактации. Наблюдается увеличение коэффициента повторяемости от 1-2 лактации (-0,05) к 3-4 лактации (0,81), после чего происходит снижение к более поздним лактациям (-0,99 для 5-6 лактации). Коэффициент за 1-6 лактации составляет -0,21. Массовая доля жира (МДЖ) характеризуется отрицательными коэффициентами повторяемости на протяжении большинства лактаций, что может указывать на нестабильность данного признака и сильное влияние внешних факторов. Для МДБ наблюдается более высокая повторяемость (0,60 для 1-2 лактации). Линия Монтвик Чифтейн 95679 в нидерландской селекции показывает схожую с линией Вис Бэк Айдиал тенденцию в отношении удоя: увеличение коэффициента от 1-2 (-0,75) до 3-4 лактации (0,77), с последующим снижением. Повторяемость МДЖ для данной линии также преимущественно отрицательная.

Линии Вис Бэк Айдиал 1013415, российской селекции, характерны относительно низкие коэффициенты повторяемости удоя за лактацию. Наивысшее значение наблюдается с 3-4 лактации (0,38), а коэффициент за 1-5 лактации составляет -0,14. Значения коэффициентов повторяемости МДЖ в целом близки к нулю, а для МДБ отмечаются отрицательные значения, особенно для 1-5 лактации (-0,55). Для линии Рефлекшн Соверинг 198998 отмечаются преимущественно отрицательные коэффициенты повторяемости для удоя, что указывает на нестабильность молочной продуктивности. Значительное отрицательное значение наблюдается для МДЖ за 1-5 лактации (-0,90). Полученные коэффициенты повторяемости для линии Монтвик Чифтейн 95679 фиксируют крайнюю нестабильность продуктивных признаков от лактации к лактации. Это делает ранний отбор ненадежным и указывает либо на уникальную биологическую особенность линии, либо на проблемы с данными, требующие дополнительного изучения. Отбор по первой лактации для улучшения пожизненных показателей удоя, жира и белка будет неэффективным, так как общие коэффициенты повторяемости (1-5) близки к нулю или отрицательны. Положительная повторяемость в некоторые периоды (например, 0,86 для удоя 3-4) говорит о том, что в зрелом возрасте (после 3-го отела) признаки могут стабилизироваться.

В немецкой селекции линия Вис Бэк Айдиал 1013415 демонстрирует более устойчивые коэффициенты повторяемости удоя по сравнению с российской селекцией, хотя и ниже, чем в голландской. Наивысшее значение наблюдается с 3-4 лактации (0,43). Для линии Рефлекшн Соверинг 198998 характерны низкие и преимущественно отрицательные коэффициенты повторяемости для всех рассматриваемых признаков. Повторяемость удоя и других компонентов молока (МДЖ и МДБ) для линии Монтвик Чифтейн 95679 фиксирует аномальные значения (1 ± 0 и -1 ± 0) для 3-4 и 1-5 лактации.

При анализе коэффициентов повторяемости удоя в зависимости от номера лактации, отмечается общая тенденция к снижению стабильности признака с увеличением возраста животного. Сравнение первой лактации с последующими (1-2), часто демонстрирует низкие или отрицательные значения, что может отражать адаптацию животного к условиям содержания и физиологические изменения после первого отела. Однако для нидерландской селекции, в частности для линии Вис Бэк Айдиал, наблюдается кратковременное увеличение коэффициентов повторяемости к 3-4 лактации, что может быть связано с достижением оптимального пика молочной продуктивности.

Полученные результаты указывают на низкую и нестабильную повторяемость содержания компонентов молока, особенно массовой доли жира. Значения коэффициентов повторяемости для МДЖ часто отрицательные, что указывает на сильное влияние внешних факторов (кормление, условия содержания, состояние здоровья) на данный признак. Массовая доля белка демонстрирует более стабильную повторяемость, однако также подвержена влиянию внешних факторов, особенно в российской селекции.

Заключение. Проведенный анализ коэффициентов повторяемости по линиям и селекционным группам позволяет выявить наиболее стабильные генетические ресурсы для

повышения наследуемости лактационных признаков у крупного рогатого скота. Результаты свидетельствуют о необходимости комплексного подхода, включающего учет внешних факторов и дальнейшее совершенствование селекционных программ, направленных на стабильность и наследуемость лактационных характеристик.

Список литературы

1. Кадзаева З.А. Изменчивость и корреляция признаков молочной продуктивности коров // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 58-2. – С. 87-90.
2. Костомахин Н.М., Габедава М.А, Воронкова О.А. Молочная продуктивность коров-первотелок голштинской породы в зависимости от линейной принадлежности // Главный зоотехник. – 2024. – № 7 (252). – С. 24-35.
3. Лоретц О.Г., Горелик О.В. Влияние генотипа на молочную продуктивность // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 10 (140). – С. 29-34.
4. Троценко И.В., Иванова И.П. Параметры корреляционной взаимосвязи продуктивных признаков молочного скота // Молочно - хозяйственный вестник. – 2022. – № 1 (45). – С. 116-127.
5. Зибров А.М. Корреляция между показателями молочной продуктивности у коров-первотелок голштинской породы в условиях Московской области // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. ст. XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 20 апр. 2022 г. – Пенза: Наука и просвещение, 2022. – С. 63-65.
6. Лепехина Т.В., Бакай Ф.Р., Кровикова А.Н. Наследуемость молочной продуктивности коров селекционных групп в стаде Московской области // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: сб. тр. 4-й Науч.-практ. конф., Москва, 16 мая 2025 г. – М., 2025. – С. 312-313.
7. Манукян Е.А., Лепехина Т.В., Бакай Р.Ф. Молочная продуктивность коров-первотелок голштинской породы различной селекционной и линейной принадлежности // Аграрная наука и инновационное развитие АПК: состояние, проблемы и перспективы: сб. материалов II Междунар. науч. конф., Смоленск, 24 апр. 2025 г. – Смоленск, 2025. – С. 173-177.
8. Стрекозов Н.И., Сивкин Н.В., Чинаров В.И. и др. Методические рекомендации по адаптации импортного крупного рогатого скота к технологическим условиям хозяйств Калужской области. – 2-е изд. – Дубровицы, 2014. – 64 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-196>
УДК 636.084.52

ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЯСА БЫЧКОВ ПОРОДЫ ЯКУТСКИЙ СКОТ

**Мухленов О.С.¹, главный зоотехник,
Черкашина А.Г.², д-р с.-х. наук**

¹ГКП Республики Саха (Якутия) «Якутский скот», Якутск, Россия

²Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия
e-mail: 190607112025@mail.ru

Аннотация. Изучено влияние различных лекарственных растений – подорожника большого (*Plantago major* L.), лишайника кустистого (*Cladonia* cf. *Portentosa*) и тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum*) на химический состав мяса бычков породы якутский скот. Для

опыта было сформировано по принципу аналогов четыре группы бычков по 12 голов. Опытным животным к основному общехозяйственному рациону откормочной площадки ГКП РС (Я) «Якутский скот» дополнительно давали различные лекарственные растения в зависимости от группы в количестве 25 г на одну голову. Анализ полученных результатов показал, что скармливание лекарственными растениями не оказали негативного влияния на химический состав мяса. Все показатели были в пределах нормы. Наиболее выраженный эффект получен при скармливании лишайника кустистого в количестве 25 г на одну голову животного.

Ключевые слова: Якутия, якутский скот, бычки, кормление, подорожник большой, лишайник кустистый, тимьян ползучий, химический состав мяса

Введение. Скотоводство традиционно занимает ведущее положение в животноводстве Якутии. Якутский скот, благодаря уникальной адаптации к суровым природно-климатическим условиям региона, обладает ценными характеристиками, такими как высокая устойчивость к заболеваниям, отличная мясная продуктивность и жирномолочность. Сегодня особое значение приобретает переход на экологически чистые технологии производства мяса, включая использование природных компонентов в кормах, таких как лекарственные растения. Фитобиотики – это природные кормовые добавки растительного происхождения, используемые в животноводстве как натуральная альтернатива антибиотикам. Исследования в этой области подтверждают, что фитобиотики улучшают пищеварение, укрепляют иммунитет, стимулируют рост и защищают животных от патогенной микрофлоры, способствуя получению более экологически чистой продукции [1, 2].

Цель исследований – изучить влияние подорожника большого (*Plantago major* L.), лишайника кустистого (*Cladonia* cf. *Portentosa*) и тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum*) на химический состав мяса откормочных бычков породы якутский скот в условиях Центральной Якутии.

Материалы и методы исследований. На откормочной площадке Государственного казенного предприятия «Якутский скот» по принципу аналогов созданы четыре группы и согласно схемы опыта (см. таблицу) в 2025 году были проведены исследования. Бычки породы якутский скот, возраст 2 года. Условия содержания и рационы подопытных животных идентичные.

Схема опыта

Группа	n	Наименование растения	Доза, г/гол.
I контрольная	12	–	–
II опытная	12	Тимьян ползучий (<i>Thymus serpyllum</i>)	25
III опытная	12	Лишайник кустистый (<i>Cladonia</i> cf. <i>Portentosa</i>)	25
IV опытная	12	Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	25

Результаты исследований. Исследованы химический состав говядины, полученной от бычков породы якутский скот, количество образцов составляло по 3 штуки. Из пяти мест полученного после жиловки мяса брали пробы по 500 г.

Анализ показал, что мясо бычков 2 группы было повышенной влажности на 0,62-1,36% по сравнению с другими группами (рис. 1). Повышенная влажность мяса коррелирует с пониженной массовой долей сухого вещества, что подразумевает более высокое содержание воды и, соответственно, меньшее количество мышечной ткани и жира (рис. 2).

Результаты сравнительного исследования свидетельствуют о различиях в качественном составе говядины. Анализ показал, что содержание сухого вещества в образцах из 3 группы был выше на 0,55-1,36 % по сравнению с образцами из контрольной, 2 и 4 опытных групп.

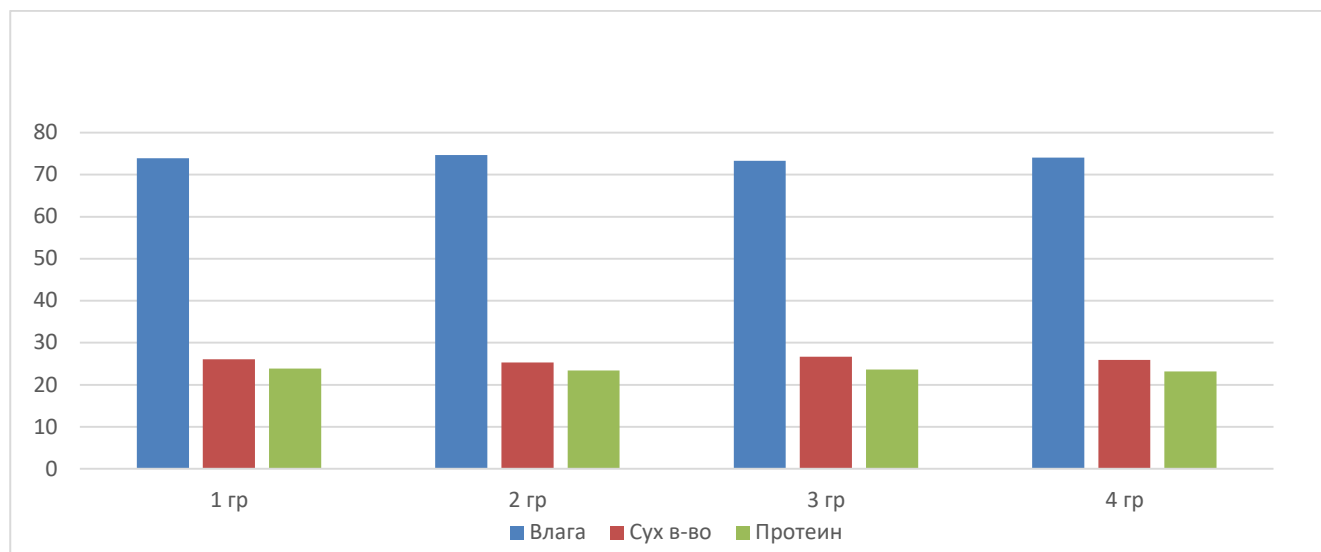


Рис. 1. Содержание влаги, сухого вещества и протеина в мясе подопытных животных, %

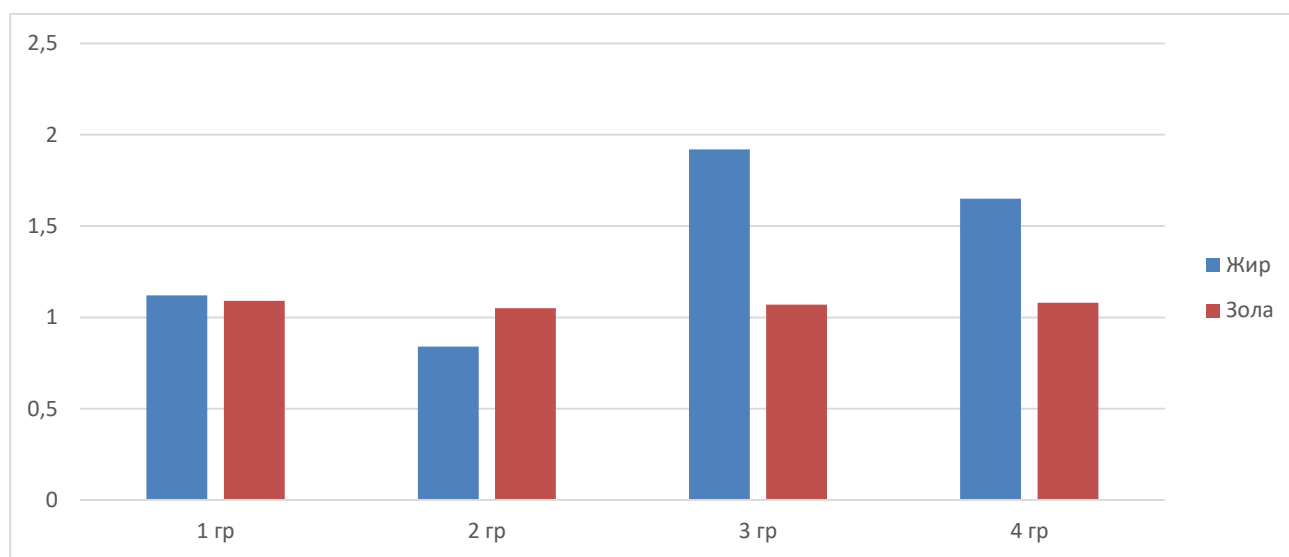


Рис. 2. Содержание жира и золы в мясе подопытных животных, %

Важным критерием оценки, представляющим значительный научный и практический интерес, является выход мышечного протеина и жира. Динамика данного показателя позволяет судить о специфике метаболических процессов накопления питательных веществ в организме крупного рогатого скота [4, 5].

В образцах говядины из контрольной и третьей группы, получавшей лишайник кустистый, зафиксирована массовая доля белка на уровне 23,66-23,89 %, что на 0,48-0,71% превышает аналогичный параметр образцов мяса второй и третьей групп (рис. 1). При сравнительном изучении в третьей группе, получавших лишайник кустистый массовая доля жира была выше на 0,27-1,08 %, чем в контрольной и во 2 и 4 опытных группах. Содержание золы в говядине подопытных животных в пределах 1,05-1,09% (рис. 2).

Результаты анализа химического состава мяса бычков контрольной и опытных групп свидетельствуют о различном влиянии лекарственных растений на химический состав мяса

откармливаемых животных. Мясо из третьей опытной группы обладает более высокими качественными показателями (содержание сухого вещества, белка, жира), что делает его предпочтительным для производства продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Вывод. Проведённые исследования подтвердили перспективность включения лекарственных растений в рационы откормочных бычков породы якутский скот. Наибольшая эффективность получена при скармливании лишайником кустистым (*Cladonia cf. Portentosa*) в количестве 25 г на одну голову животного.

Список литературы

1. Вильданов Р.Х., Вильданова Р.Х. Лекарственные травы при респираторной патологии у телят // Ветеринария. - 2005. - № 4. - С. 11-13.
2. Симонова Н.В., Лашин А.П., Симонова Н.П. Влияние настоев лекарственных растений на морфологический состав крови и интенсивность процессов перекисаии в организме облучаемых телят // Вестник Алтайского ГАУ. - 2011. - № 7 (81). - С. 55-60.
3. Мухленов О.С., Черкашина А.Г. Тимьян ползучий в рационе откормочных бычков якутского скота // Перспективы развития современного агропромышленного комплекса: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. - Уфа, 2025. - С. 447-451.
4. Аракчаа Ч.А., Грикшас С.А., Кореневская П.А. Биологическая ценность мяса коз Республики Тыва // Мясная индустрия. – 2023. – № 5. – С. 50-52.
5. Гайирбеков Д.Ш., Магомедов М.Ш., Симонов Г.А. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 29. – № 1 (29). – С. 71-74.

<https://doi.org/10.26898/2026-197>

УДК 636.085.8+636.393.9

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ БЕРЕМЕННОСТИ У КОЗ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОДЫ

Павлова Л.А., аспирант,

Каширина Л.Г., д-р биол. наук, проф.

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева,
Рязань, Россия

e-mail: kashirina@rgatu.ru

Аннотация. Исследования посвящены изучению динамики биохимических показателей крови у высокопродуктивных молочных коз в разные периоды сукозности под воздействием антиоксидантной терапии. Полученные данные свидетельствуют о благоприятном влиянии исследуемых препаратов на увеличение концентрации общего белка и альбумина, а также на стабилизацию уровня мочевины в плазме крови сукозных животных. Эти изменения способствовали улучшению обменных процессов и подготовке организма животного к родам и последующему лактационному периоду.

Ключевые слова: козы, зааненская порода, антиоксидантные препараты, биохимические показатели крови

Высокопродуктивные козы молочного направления обладают способностью адаптироваться к физиологическим сдвигам во время беременности [1, 2]. Процессы, происходящие в репродуктивной сфере козоток, в этот период, зависят, как от генетических, так и фенотипических причин, происходящих *под действием условий внешней среды*. Изменения эти индивидуальны и не наследуются, то есть не передаются особям

следующих поколений, однако, они обеспечивают необходимый уровень метаболизма на каждом этапе беременности. Впоследствии это оказывает влияние на процесс родов, постнатальное развитие потомства, уровень последующей продуктивности матерей. Изменение метаболического статуса является основным фактором, влияющим на процессы беременности [3].

В рамках исследования определялись биохимические показатели крови для контроля состояния здоровья коз в разные периоды сукозности. Особое внимание было уделено изменениям в белковом, углеводном и липидном обмене в третьем триместре беременности, поскольку в конце этого периода обычно заканчивается процесс молокоотдачи и метаболические процессы в организме беременной козы направлены на внутриутробное развитие плода [4].

Исследования были выполнены в условиях АО «Московское» Рязанского района рязанской области на 30 головах коз аналогов зааненской породы 2-3 лактации. Все экспериментальное поголовье коз было сформировано в три группы по 10 голов: контрольную, животные которой были интактными, и две опытные, которые получали препараты. Козоматки опытной группы 1 в третьем триместре беременности получали препарат «Айсидивит» внутримышечно в дозе 4-ре мл/гол. пятикратно за 30, 27, 24, 21 и 18 суток до окота. «Айсидивит» представляет собой комплексный иммуностимулирующий лекарственный препарат, который содержит витамины Е, А и янтарную кислоту.

Животным опытной группы 2 вводили препарат «Катазалан», представляющий собой витаминно-минеральный комплекс, включающий бутафосфан и цианокобаламин. Бутафосфан это производное фосфора, обладает сильным антиоксидантным и иммуномодулирующим действием, цианокобаламин (витамин В₁₂) стимулирует деятельность системы кроветворения. Препарат вводили внутримышечно в дозе 2 мл/гол. в четырехкратной повторности – за 60, 46, 32 и 18 суток до окота. Биохимические показатели крови определяли на приборе «ChemWell 2910 Combi». Животные содержались в одном помещении, при трехкратном кормлении и свободном доступе к воде. Рационы были составлены в соответствии с указаниями норм и рационов кормления, рекомендованных РАСХН для сельскохозяйственных животных [5].

Изучение биохимических показателей крови беременных козоматок осуществляли по трем триместрам, результаты которых приведены в таблицах 1-3. В зависимости от периода сукозности и изменения метаболического состояния коз, наблюдались изменения в показателях сыворотки крови. В первом триместре беременности биохимические показатели крови козоматок всех групп были практически на одном уровне (табл. 1).

Таблица 1

Биохимические показатели крови в первый триместр беременности (18-45 дней)

Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная 1 «Айсидивит»	Опытная 2 «Катазалан»
Общий белок, г/л	76,9 ± 2,0	76,4 ± 2,2	76,0 ± 2,1
Альбумин г/л	37,8±0,7	37,6±0,8	37,4±0,9
Мочевина, ммоль/л	6,57 ±0,2	6,68 ±0,2	6,81 ±0,1
Креатинин, мкмоль/л	74,8 ± 2,6	74,4 ± 2,0	75,9 ± 3,0
Глюкоза, г/л	3,40 ± 0,2	3,37 ± 0,2	3,35 ± 0,1
АЛТ, ед./л	19,8 ± 1,6	19,2 ± 1,3	20,1 ± 1,4
АСТ, ед./л	94,7 ± 9,6	93,8 ± 8,5	94,7 ± 8,6
Холестериды, ммоль/л	2,43 ±0,14	2,41 ± 0,15	2,42 ± 0,12
Триглицериды, ммоль/л	-	-	-

*Достоверные различия между группами животных: альбумин и триглицериды при $p < 0,01$; мочевина и глюкоза при $p < 0,05$.

Во втором триместре беременности (табл. 2) наблюдались изменения в показателях 3-ей группы, животные которой получали препарат «Катазалан», который начали вводить

внутривенно за 60 дней до предполагаемого окота. Препарат оказал влияние на изменение ряда показателей в сторону их увеличения. По сравнению с контролем и опытной группой 1 концентрация общего белка в плазме крови возросла на 4,6 и 5,2 % соответственно, при перераспределении внутрибелкового пула – содержание альбумина увеличилось на 8,4 % ($p < 0,01$) по сравнению с контролем и на 8,2 % по сравнению с опытной группой 1. В этой группе показатели мочевины достоверно изменились в сторону увеличения на 6,4 %, ($p < 0,05$) по отношению к контрольной группе и на 5,1 % ($p < 0,05$) к опытной группе 1. Известно, что с увеличением сроков беременности возрастают потребности организма в нарастающем использовании аминокислот для обеспечения потребностей плода [6]. Однако изменения в показателях опытной группы 2 свидетельствуют о положительном влиянии препарата «Катазалан».

Таблица 2

Биохимические показатели крови во второй триместр беременности (51-90 дней)

Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная 1 «Айсидивит»	Опытная 2 «Катазалан»
Общий белок, г/л	73,2 ± 1,2	72,8 ± 1,3	76,6 ± 1,4
Альбумин г/л	37,7 ± 0,7	37,8 ± 0,6	40,9 ± 0,4
Мочевина, ммоль/л	7,22 ± 0,65	7,31 ± 0,64*	7,68 ± 0,63*
Креатинин, мкмоль/л	78,1 ± 1,8	78,9 ± 1,7	80,2 ± 1,8
Глюкоза, г/л	3,13 ± 0,10	3,15 ± 0,09	3,24 ± 0,12*
АЛТ, ед./л	21,6 ± 1,2	20,8 ± 1,3	21,4 ± 1,1
АСТ, ед./л	96,4 ± 5,2	98,4 ± 4,9	99,2 ± 5,0
Холестерин, ммоль/л	2,26 ± 0,14	2,30 ± 0,12	2,32 ± 0,13
Триглицериды, ммоль/л	0,160 ± 0,022	0,162 ± 0,026*	0,167 ± 0,025*

*Достоверные различия между группами животных: альбумин и триглицериды при $p < 0,01$; мочевина и глюкоза при $p < 0,05$.

Значительные изменения претерпели показатели в опытных группах под влиянием примененных препаратов в третьем триместре беременности (табл. 3) именно в этот период активизировалось их введение. По данным ряда исследователей, в поздний период беременности наблюдается снижение целого ряда показателей в крови сукозных коз, по сравнению с начальным периодом, поскольку, возрастают потребности в обеспечении растущего плода [7]. В нашем случае в опытных группах под влиянием антиоксидантных препаратов биохимические показатели крови не только не снизились, а даже в ряде случаев увеличились (табл. 3). Содержание общего белка в контроле в третий триместр беременности по сравнению с началом снизилось на 3,3 %, а в опытных группах наоборот увеличилось: в опытной группе 1 «Айсидивит» на 3,1 %, в опытной группе 2 «Катазалан» на 4,2 %. При увеличении альбуминовой фракции в опытной группе 1 на 2,1 % ($p < 0,01$) и опытной группе 2 на 6,4 % ($p < 0,01$), в то время, как в контрольной группе этот показатель снизился на 8,9 %. О положительной работе антиоксидантных препаратов свидетельствует целый ряд показателей, так концентрация мочевины в опытной группе 2 в третьем триместре сукозности уменьшилась на 1,6 % ($p < 0,05$) о сравнению с первым периодом, в опытной группе 1 на 3,1 % ($p < 0,01$), в то время как в контроле на 19,4 %.

Важным показателем крови для беременной самки является показатель глюкозы, поскольку это источник энергии для растущего плода. У коз интактной группы, снижение его с первого периода сукозности по третий составило 19,2 %. В опытных группах изменения были не столь значительными – в опытной группе 1 на 3,3 % и в опытной группе 2 на 1,2 %, констатируя положительную работу препаратов. Анализ содержания холестерина по трем триместрам беременности позволяет заключить, что он не претерпел существенного изменения.

Таблица 3

Биохимические показатели крови в третий триместр беременности (100-130 дней)

Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная 1 «Айсидивит»	Опытная 2 «Катазалан»
Общий белок, г/л	74,4 ± 22,1	78,8 ± 20,4*	79,2 ± 23,2*
Альбумин г/л	34,7±0,6	38,4±0,4	39,8±0,8
Мочевина, ммоль/л	5,50 ± 0,42	6,48 ± 0,37*	6,70 ± 0,40*
Креатинин, мкмоль/л	81,9 ± 1,90	84,2 ± 1,82	86,4 ± 1,74
Глюкоза, г/л	2,85 ± 0,14	3,26 ± 0,20	3,31 ± 0,23*
АЛТ, ед./л	18,26 ± 1,2	18,69 ± 1,3	19,86 ± 1,4
АСТ, ед./л	86,8 ± 4,1	90,6 ± 3,4	94,8 ± 4,4
Холестерин, ммоль/л	2,44 ± 0,10	2,46 ± 0,14	2,48 ± 0,16
Триглицериды, ммоль/л	0,334 ± 0,060	0,382 ± 0,058*	0,394 ± 0,061*

*Достоверные различия между группами животных: альбумин и триглицериды при $p < 0,01$; мочевина и глюкоза при $p < 0,05$.

Отмечено увеличение содержания триглицеридов в крови козوماتок в третий триместр беременности по сравнению со вторым более, чем в два раза, что так же оказало влияние на повышение энергетического баланса организма матери и плода. Результатами ряда исследователей [1-4], установлено, что увеличение триглицеридов в крови молочных коз в третий триместр беременности может определять их способность к последующей репродукции.

В показателях АЛТ и АСТ не было отмечено достоверных изменений.

Таким образом, введение антиоксидантных препаратов «Айсидивит» и «Катазалан» козам в третий триместр сукозности способствовало улучшению метаболического состояния коз, о чем свидетельствует улучшение ряда показателей крови в опытных группах по сравнению с контролем, так содержание общего белка в контроле в третий период, по сравнению с первым, снизилось на 3,3 %, а в опытных группах увеличилось: в опытной группе 1 «Айсидивит» на 3,1 %, в опытной группе 2 «Катазалан» на 4,2 %, при этом альбуминовая фракция повысилась на 2,1 % и на 6,4 %, соответственно, в то время как в контрольной группе наблюдалось ее снижение на 8,9 %.

Список литературы

1. Лейбова В.Б., Шапиев И.Ш., Лебедева И.Ю. Ферментативная активность крови у коз зааненской породы в разные периоды репродуктивного цикла и в связи с завершением беременности // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 2. – С. 238-246.
2. Лейбова В.Б., Могилева Л.М., Брагинцев С.А. Биохимический статус коз зааненской породы в разные периоды беременности и его связь с последующей репродуктивной способностью // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (46). – С. 107-112.
3. Ерошенко Е.С. Морфологическое обоснование фетоплацентарной недостаточности с подтверждением эхографии у коз в период беременности: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Екатеринбург, 2022. – 126 с.
4. Каширина Л.Г., Романов К.И., Иванищев К.А. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита организма у новотельных коров при применении препарата «Е-селен» // Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2018. – С. 127-134
5. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. акад. РАСХН А.П. Калашникова, Н.И. Клейменова, проф. В.В. Щеглова. – М.: Знание, 2003. – 400 с.

6. Павлова Л.А., Каширина Л.Г. Влияние антиоксидантных препаратов на гематологические показатели и продуктивность коз зааненской породы // Актуальные проблемы и приоритетные направления развития современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии. - Рязань. 2024. - С. 240-245.

7. Каширина Л.Г., Иванищев К.А., Романов К.И. Продуктивность и качество молока коров под влиянием препаратов «Е-селен» и «Бутофан» // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4. – С. 15-19.

<https://doi.org/10.26898/2026-198>
УДК 636.082.2

ПОВТОРЯЕМОСТЬ РЕКОРДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КОРОВ С РАЗНОЙ КРОВНОСТЬЮ

**Петрова М.Ю., канд. с.-х. наук,
Новикова Н.Н., канд. вет. наук**

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: povnik00@mail.ru

Аннотация. В статье представлены данные о повторяемости рекордных удоев у коров красной степной породы улучшенных голштинской породой красной пестрой масти и англеской породой. Установлено, что высокая доля кровности по голштинской породе сокращает период хозяйственного использования при повторяющихся рекордных показателях молочной продуктивности. Повторение несколько раз рекордных удоев, является подтверждением высокой эффективности раздоя не только коров-первотелок, но и животных старшего возраста.

Ключевые слова: коровы-рекордистки, удой, продуктивность, порода, кровность

Введение. Красная степная порода выделяется своей универсальностью, сочетая в себе как молочную, так и мясную продуктивность. Несмотря на свои уникальные качества, красная степная порода нуждается в дальнейшем совершенствовании путем скрещивания с другими породами, такими как англеская и красно-пестрая голштинская [1].

По мнению как отечественных, так и зарубежных ученых, присутствие в стаде коров-рекордисток иллюстрирует результат селекционно-племенной работы в молочном животноводстве. Высокопродуктивные коровы являются достижением в племенной работе и выступают как определенный показатель генетического потенциала породы. При совершенствовании молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота всегда придается огромное значение использованию коров с рекордной продуктивностью [2]. Получение рекордных удоев свидетельствует о потенциальных возможностях породы. Наибольшую ценность представляют коровы, обладающие высокой молочностью и устойчивой передачей ее по наследству [3]. Коровы, дающие по несколько рекордных лактаций, отличаются и более длительным периодом хозяйственного использования. Повторение по несколько рекордных удоев является подтверждением высокой эффективности раздоя. Получению коров рекордисток может способствовать ряд приемов племенной работы, дающих положительный эффект [4]. Большое значение придается отбору быков-производителей с достаточно высокой молочной продуктивностью их женских предков [17]. Все мероприятия осуществляются на общем фоне соблюдения зоотехнических приемов. Система разведения не выходит за рамки принадлежности животных к красной

породе, однако ее общий принцип базируется на определенной схеме использования быков родственных пород [5].

Материалы и методы. Исследование проводили в товарном хозяйстве Омской области по разведению крупного рогатого скота 1372 головы молочного направления продуктивности красной степной породы улучшенной голштинской породой красной пестрой масти и англеской породой. Отобранные по принципу сплошной выборки коровы родились в 2018-2021 гг. Коровы селекционной группы имели молочную продуктивность за 305 дней лактации на 20 % выше средней по стаду. Анализ передающей способности выдающихся продуктивных показателей потомству, полученному от 7 коров-рекордисток разной кровности по голштинской породе от 75 до 7% определяли по стабильности коэффициента устойчивости лактации за 305 дней. Исследовательскую базу формировали с использованием данных информационно - аналитической системы «Селэкс - молочный скот» (табл. 1).

Таблица 1

Доля кровности по улучшающим породам у коров-рекордисток
красной степной породы

№		Кровность по улучшающим породам			
п/п	коровы	1 порода	%	2 порода	%
1	5016	кр/пестр.голлштинская	75	англеская	13
2	6462	кр/пестр.голлштинская	57	англеская	32
3	5022	кр/пестр.голлштинская	50	англеская	38
4	7240	кр/пестр.голлштинская	32	англеская	57
5	7108	кр/пестр.голлштинская	25	англеская	50
6	6400	кр/пестр.голлштинская	19	англеская	13
7	6134	кр/пестр.голлштинская	7	англеская	19

Статистическая и биометрическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты. Из табл. 1 видно, что животные выбраны по принципу уменьшения доли голштинской крови с 75 до 7%, а также повышение англеской с 13 до 57%. У данных животных мы проанализировали повторяемость рекордных показателей по удою (табл. 2).

Первая корова с высокой кровностью по голштинской породе максимальный удой проявила в 5 лактацию 10 987 кг, вторая в 3 лактацию 10 308 с увеличением показателя в последующие лактации до 11 235 кг. Средний коэффициент устойчивости лактации был высоким 92,0–93,0%, но приближен к нижней границе. У третьей коровы с 50% кровностью по голштинам и улучшением по англеской породе 38% максимальный показатель удоя был в последнюю 4 лактацию 10 565 кг. Средний коэффициент устойчивости лактации 97,2%, что говорит о стабильности передающегося показателя.

Таблица 2

Повторяемость рекордных показателей

№		Удой по лактациям					Средний КУЛ, %
п/п	коровы	1	2	3	4	5	
1	5016	7089	8524	9939	9825	10 987	92,0±1,816
2	6462	7586	8250	10 308	11 177	11 235	93,0±1,581
3	5022	7668	9002	8497	10 565		97,2±7,261
4	7240	7258	9017	9736	11 074		99,5±3,593
5	7108	7820	10528	12 570	13 244		98,0±2,857
6	6400	7087	9176	10 080	11 522		99,5±4,663
7	6134	7225	8688	10 152	10 588		103,0±12,988
Средний показатель		7390,42 ±112,08***	9026,42 ±278,07**	10183,14 ±458,43	11142,14 ±406,582	11111 ±124,00	

Примечание. КУЛ – коэффициент устойчивости лактации; **p ≤ 0,001; ***p ≤ 0,0001.

Четвертая корова с 57% кровностью по второй улучшающей англеской породы показала лучший удой по сравнению с третьей начиная с 3 лактации на 1239 кг, а в 4 лактации разница сократилась на 509 кг. Средний коэффициент устойчивости лактации 99,5% говорит о стабильности показателя. Пятая корова с кровностью по второй англеской породе 50% уже за 2 лактацию показала рекордный удой в 10528 кг, который в последнюю 4 лактацию увеличился на 2716 кг. Средний коэффициент устойчивости лактации 98,0% подтверждает эти данные. Шестая и седьмая коровы с низкой кровностью по улучшающим породам показали, удой выше 10000 кг начиная с 3 лактации, который повысился в 4 последнюю лактацию у шестой коровы на 1442 кг в 4 лактацию, а у седьмой коровы на 436 кг. У этих животных самый высокий средний коэффициент устойчивости лактации 99,5 и 103%.

Так, у высокопродуктивных коров с выраженными высокими удоями коэффициент устойчивости лактации составляет от 90 до 99%. В нашем случае все коровы табл. 2 относятся к высокопродуктивным, с выраженными высокими удоями (коэффициент устойчивости лактации – от 92,0 до 99,8%).

Достоверность полученных результатов о повторяемости рекордных показателей удоя два раза и более проверяли по t-критерию Стьюдента. Разницу показателей считали, достоверной по значимым различиям от средних показателей группы животных за четвертую лактацию, когда у всех животных группы наблюдали, максимальный удой при этом определили достоверный диапазон при первой и второй лактации $p \leq 0,001$. Также проверяли достоверность полученных показателей по t-критерию Стьюдента в отношении коэффициента устойчивости лактации (КУЛ), за контроль принимали максимальный КУЛ по группе коров из табл. 2, в результате определили, что только у третьей лактации имеется доверительный интервал $p \leq 0,05$. Таким образом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на достоверные рекордные показатели удоя в первую и вторую лактацию, показатель уровня лактационной кривой достоверно выравнивается только в третью.

Список литературы

1. Петрова М.Ю. Красный степной скот Западной Сибири: прошлое и настоящее. – Омск, 2023. – 140 с.
2. Федоров В.Х., Федюк В.В., Овчинников Д.Д. Использование генетического потенциала хозяйственно-биологических характеристик красного степного скота с использованием генофонда айширской породы // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3. – С. 46-53.
3. Кибкало Л.И. Продуктивные показатели коров в условиях крупных молочных комплексов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 9. – С. 137-142.
4. Давыдова А.С., Федосенко Е.Г. Высокопродуктивные коровы как биологический резерв стада // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2022. – № 2. – С. 17-21.
5. Фураева Н.С., Зверева Е.А., Воробьева С.С. Современные племенные ресурсы // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 7. – С. 34-39.
6. Храмова О.Л., Абрамова Н.И. Коровы-рекордистки черно-пестрой породы в условиях Вологодской области // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2023. – № 1. – С. 45-51.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО ОТКОРМА БЫЧКОВ ГОЛШТИНСКОЙ, КРАСНОЙ ДАТСКОЙ ПОРОД И ИХ ПОМЕСЕЙ НА ИХ РОСТ И РАЗВИТИЕ

Пешевич А.А., аспирант

Научный руководитель – Музыка А.А., канд. с.-х. наук, доцент

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь
e-mail: belniig@tut.by

Аннотация. В статье приведены результаты изучения влияния интенсивного откорма бычков голштинской, красной датской породы и их помесей на их рост и развитие, продуктивные и откормочные качества при выращивании выращивая до разных весовых кондиций.

Ключевые слова: бычки, межпородные сочетания, говядина, показатели качества мяса

Повышение спроса на высококачественные продукты питания и непрерывно возрастающим значением белков животного происхождения в питании людей создает предпосылки наращивания производства говядины и повышения интенсификации отрасли.

Значительный рост производства говядины во многих странах мира обеспечивается интенсификацией выращивания и откорма молодняка, более ранним убоем скота с одновременным увеличением его живой массы. Наращивание объемов производства высококачественного мяса может решаться двумя путями:

1) увеличить поголовье откармливаемого крупного рогатого скота – это экстенсивный путь развития;

2) увеличить среднесуточные приросты откармливаемого скота, повысив его массу при реализации на убой при одновременном снижении затрат кормов и сокращении продолжительности откорма – это интенсивный путь развития.

Повышение качества говядины с одновременным увеличением продуктивности животных представляет собой одну из первоочередных задач современного животноводства многих стран мира. Ее решение возможно путем внедрения новых форм организации откорма и технологии скотоводства, учитывающих климатические условия и биологические особенности пород крупного рогатого скота.

В настоящее время производство говядины в Республике Беларусь на 98-99% обеспечивается за счет скота молочных и только 1-2% приходится на долю животных мясных пород и их помесей от скрещивания с молочными. При этом свыше 70% убойного скота составляет молодняк, не используемый для воспроизводства основного стада. Данные обстоятельства являются определяющими и в организации и технологии производства говядины. Основную долю говядины в странах СНГ также получают за счет выращивания и откорма сверхремонтного молодняка и взрослого скота молочных пород [1, 2].

В результате целенаправленной племенной работы в декабре 2020 года в республике была зарегистрирована голштинская порода молочного скота отечественной селекции, насчитывающая 1 млн голов, отличающаяся мощным костяком, развитой мускулатурой, хорошей скороспелостью, четко выраженными молочными формами, высокой молочной продуктивностью, передающейся потомству и отличной способностью трансформировать растительный белок корма в пищевой белок молока.

Существуют противоречивые мнения о результативности откорма голштинского и черно-пестрого скота. Л.Н. Сярова, А.В. Востроилов [3], в своих исследованиях отмечают,

что голштинские бычки превосходят черно-пестрых сверстников по живой массе во все возрастные периоды, при выращивании на мясо, установлено, что в возрасте 15 мес. разность составила 40,3 кг. Говядина, полученная от бычков голштинской породы, биологически полноценна и имеет хорошие физико-химические показатели.

По оценке белорусских ученых, при выращивании и откорме потомки голштинских бычков отечественной селекции дают высокие среднесуточные приросты живой массы (на уровне 950–1150 г) и не уступают в этом животным других молочных пород. Однако по мясным и откормочным качествам животные родственных комбинированных молочно-мясных черно-пестрых пород выглядят предпочтительнее, чем животные узкоспециализированной молочной породы – голштинской [4, 5].

Откорм является заключительным процессом производства говядины, в результате которого увеличивается живая масса скота, повышается его упитанность и улучшается качество мяса. В зависимости от возраста животных техника откорма имеет свои особенности, которые обуславливаются биологической закономерностью формирования мясной продуктивности, а именно, свойством откладывать в более старшем возрасте больше жира при одинаковом уровне прироста.

Несмотря на то, что изучением продуктивных и мясных качеств молодняка крупного рогатого скота различных пород и межпородных сочетаний молочного направления продуктивности занимались многие ученые, весьма противоречивыми остаются данные о влиянии сроков убоя на качество мяса. Нет единого мнения о том, до какого возраста выращивать молодняк крупного рогатого скота, чтобы получить наиболее качественное мясо, с учетом его технологических (кулинарных) свойств. При этом необходимо учитывать и экономические показатели: себестоимость реализуемой продукции и объемы продаж скота [6-9].

В настоящее время селекционерами Республики Беларусь на базе красных датских пород скота формируется племенное ядро красного скота, являющееся основой для создания в Беларуси отечественной породы красного скота молочного направления продуктивности.

Исследования по усовершенствованию технологических параметров откорма с учётом особенностей роста и развития чистопородного и кроссированного молодняка крупного рогатого скота проводились на базе МТК Березовица, ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области. Убой животных и обвалка туш осуществлялись в убойном цехе ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

В ходе выращивания чистопородного и кроссированного молодняка крупного рогатого скота до разных весовых кондиций было установлено, что наиболее высокую съёмную живую массу, абсолютный и среднесуточный прирост живой массы имел кроссированный молодняк. Так, в возрасте 13,5-14 месяцев съёмная живая масса кроссированного молодняка составила 444,7 кг, в 15,5-16 месяцев – 514,2 кг, в 17,5-18 месяцев – 587,6 кг.

При убое скота в возрасте 13,5-14 месяцев красные датские бычки имели самую низкую съёмную живую массу – 436,7 кг, что на 1,6 и 8 кг ниже, чем у сверстников голштинской породы и у помесных животных.

Реализация животных в возрасте 15,5-16 и 17,5-18 месяцев показала, что в данных весовых кондициях голштинские бычки контрольной группы имели наименьшую съёмную живую массу – 503,1 и 573,9 кг. Красные датские бычки по значению этого показателя превосходили сверстников голштинской породы на 2,4 и 4,5 кг, или 0,4 и 0,8%, и уступали помесным бычкам на 5,7 и 9,2 кг, или 1,1 и 1,6%, соответственно.

Кратность увеличения живой массы варьировала от 12,35-13,35 раз на раннем до 16,84-17,81 раз на позднем сроках убоя скота. При этом не зависимо от сроков убоя животных отмечалось превосходство по данному показателю у кроссированных бычков.

За период с 13,5-14 по 17,5-18 месяцев выращивания среднесуточный прирост у голштинских бычков вырос на 46 г, у красного датского скота – на 64 г, у кроссированного молодняка – на 59 г.

Независимо от сроков убоя и весовых кондиций подопытных животных, было зафиксировано превосходство кроссированного молодняка над сверстниками двух других групп по следующим промерам тела: ширина, глубина и обхват в груди, ширина зада, полуобхват зада и косая длина туловища. Кроссированный молодняк, в отличие от бычков голштинской и красной датской пород, имел и более высокие показатели индексов растянутости, грудной, сбитости, массивности и мясности.

Результаты контрольного убоя показали, что динамика увеличения массы парной туши, убойной массы, убойного выхода и выхода туши имела место во все возрастные периоды, во всех сравниваемых группах животных при явном превосходстве помесных бычков. Так, с 13,5 до 17,5-18-ти месячного возраста масса парных туш у кроссированных животных увеличилась на 89,6 кг, у аналогов красной датской и голштинской пород – на 86,9 и 81,3 кг.

Максимальное содержание жира сырца зафиксировано у животных старшего возраста – 7,4-7,7 кг, у молодняка младшего возраста данный показатель был ниже на 4,1-4,3 кг, или на 43,2-46,1%.

Динамика увеличения убойного выхода имела место во все возрастные периоды, во всех сравниваемых группах животных при явном превосходстве помесных бычков (в 13,5-14 месяцев 53,3-53,7%, в 15,5-16 – 54,3-54,9%, в 17,5-18 месяцев – 55,7-56,6%).

Морфологический состав туш подопытных бычков в большей степени зависел от величины, их живой массы при убое и в меньшей – от генотипа. При этом не зависимо от возраста реализации подопытного молодняка, наибольшее количество мышечной ткани имели помесные бычки второй опытной группы. Однако в процентном соотношении наибольший выход мякоти содержали туши красных датских бычков первой опытной группы.

По химическому составу и физико-химическим показателям мякоти туш выявлено, что независимо от возраста убоя, наибольшее количество сухого вещества зафиксировано в мякоти туш кроссированного молодняка, наименьшее, у голштинских бычков.

По содержанию белка в мясе по периодам убоя установлено превосходство у помесных бычков второй опытной группы. Содержание жира было выше в мякоти туш красных датских бычков первой опытной группы. Установлено, что большим содержанием насыщенных, моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот характеризовались образцы мяса красных датских бычков, наименьшим – голштинский скот.

Кроссированный молодняк на всех этапах выращивания имел преимущество над чистопородным голштинским и красным датским по содержанию в мясе следующих минеральных веществ: цинк, натрий, калий, магний, кальций и фосфор. По содержанию железа и меди преимущество имели животные контрольной группы.

Органолептическая оценка вареных проб длиннейшей мышцы спины свидетельствует о том, что лучшим по вкусовым качествам было мясо красных датских бычков первой опытной группы. При этом оценка возрастала по мере повышения весовых кондиций подопытного молодняка с 4,73 до 4,8 баллов.

Наименьшее количество баллов было зафиксировано у голштинских бычков контрольной группы – 4,3-4,52.

Оценка экономической эффективности показала, что с увеличением веса туши затраты кормов на производство 1 кг прироста у чистопородных красных датских бычков выросли с 7,96 до 8,3 к. ед., у голштинов – с 7,91 до 8,18 к. ед., у помесных животных – с 7,74 до 7,95 к. ед.

Освоение полученной в ходе проведения исследований разработки в производстве, позволит повысить конкурентоспособность продукции, сформировать дополнительный

экспортный потенциал на основе экономически значимых показателей, характеризующих эффективность производство говядины.

Список литературы

1. Такун С., Климеовец Е. Государственная поддержка мясного скотоводства в Республике Беларусь: состояние и направления развития // Аграрная экономика. – 2012. – № 9. – С. 72.
2. Гусаков В., Шейко И., Тимошенко В. и др. Научное обоснование программы разведения красного молочного скота в Республике Беларусь // Доклады Нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – Т. 66. – № 4. – С. 460–472.
3. Сярова Л.Н., Востроилов А.В. Использование бычков молочных пород при производстве говядины в условиях Приднестровья // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 36–49.
4. Пестис М.В., Еремеевич Т.И., Пестис П.В. Эффективность выращивания и откорма крупного рогатого скота в Гродненской области: моногр. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 163 с.
5. Горелик В.С., Горелик Л.Ш. Убойные качества бычков разных пород в зависимости от возраста // Главный зоотехник. – 2017. – № 8. – С. 19–23.
6. Амерханов Х.А. Состояние и развитие молочного скотоводства в Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 1. – С. 2–6.
7. Соляник А.В., Турчанов С.О., Соляник Т.В. и др. Технологии производства продукции животноводства. Практикум: учеб.-метод. пособие. – Горки: БГСХА, 2020. – 268 с.
8. Тузов И.Н., Свитенко О.В. Рост, развитие и мясная продуктивность голштинских бычков разных линий // Труды Кубанского ГАУ. – 2012. – Вып. 36. – С. 228–231.
9. Гиниятуллин Ш.Ш., Тагиров Х.Х. Рост, развитие, химический состав и качество мяса бычков черно-пестрой породы и их голштинизированных помесей // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (29). – С. 70–73.

<https://doi.org/10.26898/2026-200>
УДК 638.123

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ, МОРФОТИПНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЁЛ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Рудак А.Н.¹, аспирант,
Заяц О.В.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Рудак А.Н.², канд. с.-х. наук, в.н.с.

¹Витебская государственная академия ветеринарной медицины,
Витебск, Республика Беларусь

²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь
e-mail: feora87@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования породоопределяющих морфометрических признаков крыла (кубитальный индекс, гантельный индекс, дискоидальное смещение) у медоносных пчёл *Apis mellifera* с различными вариантами локуса COI–COII мтДНК, разводимых на пасеках Витебской области Республики Беларусь. Установлено несоответствие морфометрических признаков (кубитальный индекс,

дискоидальное смещение) и аллельных вариантов локуса COI–COII мтДНК. При исследовании морфотипной структуры выявлены несвойственные для аллельных вариантов классы, что в целом характеризует происходящие процессы гибридизации.

Ключевые слова: кубитальный и гантельный индексы, дискоидальное смещение, морфотип

Классическим методом идентификации пород пчёл является морфометрический метод, прежде всего исследование жилкования крыла с расчетом кубитального, гантельного индексов и дискоидального смещения [1]. В повседневной работе с пчёлами для определения породной принадлежности используются косвенные породные признаки, характеризующие их внешний вид и поведение. Исследование морфотипов медоносных пчёл является наиболее доступным и простым по методологии проведения подходом при мониторинге качественного состава пчёл, и надежным индикатором состояния их популяционных структур [2].

Для определения породной принадлежности только экстерьерных признаков может быть недостаточно, поэтому им на смену пришли молекулярно-генетические методы, и в частности, анализ межгенного участка COI–COII (последовательность между генами цитохромоксидазы I и цитохромоксидазы II) мтДНК. Поэтому лишь при одновременном рассмотрении этих параметров возможно объективно оценить породную принадлежность и установить присутствие гибридизации.

Цель исследований – изучить морфотипную, генетическую структуру *Apis mellifera* на основе мтДНК и оценить морфометрические признаки крыла рабочих особей медоносной пчелы.

Морфометрические исследования проводились на кафедре генетики и разведения сельскохозяйственных животных им. О.А. Ивановой УО «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины».

Объектом исследования являлись рабочие особи медоносной пчелы *Apis mellifera*, полученные с пасек Витебской области. Предметом исследования служили следующие показатели: кубитальный индекс, гантельный индекс, дискоидальное смещение, класс окраски (морфотип).

Для определения породной принадлежности медоносных пчел по морфометрическим признакам, отбирали по 30 рабочих особей из центральной части гнезда. Отбор проб производился в июне. При получения цифровых изображений использовался планшетный сканер Epson Perfection V300 Photo, имеющий сенсор типа CCD с разрешением 3200 т/дюйм. Измерение экстерьерных признаков пчёл проводили в программном обеспечении, предназначенном для анализа изображений SCOPE PHOTO 3.0. Оценку морфометрических признаков крыла пчёл проводили по методу, предложенному Г.А. Кожевниковым, доработанному В.В. Алпатовым в современном изложении НИИ пчеловодства [3]. Сопоставление полученных результатов морфометрических исследований проводили с общепринятыми стандартами из доступных литературных источников [4].

Морфотипы регистрировали с помощью фотоаппарата Nikon coolpix L810. Класс окраски (морфотип) определяли визуально по площади заполнения поверхности кутикулы брюшка желтым пигментом согласно методу Ф. Рутнера (2006) [5].

Исследование межгенного участка COI–COII мтДНК проводили в отраслевой лаборатории ветеринарной биотехнологии и заразных болезней животных УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» путем постановки ПЦР со специфическими праймерами. С целью подтверждения эволюционных линий выполняли ПЦР-ПДРФ-анализ.

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась на персональном компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Анализ локуса COI–COII мтДНК с последующей рестрикцией эндонуклеазой DraI выявил наличие двух эволюционных линий М и С. Эволюционной линии С соответствовал аллельный вариант Q (амплифицированы фрагменты размером 500 п.н. и 550 п.н.), а эволюционной линии М–аллельный вариант PQ (амплификаты имели размер 600 п.н., 650 п.н., 750 п.н.), а так же выявлены особи с разными аллелями внутри одной семьи Q/PQ (500/700 п.н. и 550/600 п.н.), что указывает на их смешанное происхождение.

Изучена изменчивость трех пороодоопределяющих морфометрических показателей крыла (кубитального и гантельного индексов, дискоидального смещения). Указанные параметры, определенные у медоносных пчёл с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели кубитального и гантельного индексов медоносных пчёл с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол-во семей/пчёл, п	Кубитальный индекс, %		Гантельный индекс, усл. ед.	
			M ± m	Cv	M ± m	Cv
500	Q	6/180	40,83±0,424	13,89	1,02±0,007*	9,34
550	Q	12/360	44,36±0,331**	14,13	0,99±0,004	9,09
В среднем по аллелю Q		18/540	43,19±0,271	14,58	1,00±0,004	9,23
600	PQ	39/1170	43,16±0,180	14,31	1,01±0,002***	8,52
650	PQ	3/90	42,90±0,735	16,25	0,99±0,007	6,99
750	PQ	5/150	46,67±0,507***	13,31	0,97±0,007***	9,30
В среднем по аллелю PQ		47/1410	43,52±0,168	14,53	1,00±0,002	8,59
500/700	Q/PQ	3/90	41,19±0,642	14,78	0,98±0,008*	8,28
550/600	Q/PQ	2/60	40,12±0,678	13,10	1,03±0,008**	6,63
В среднем по аллелю Q/PQ		5/150	40,76±0,471	14,17	1,00±0,006	7,96

Примечание. Здесь и далее разница значима при *P ≤ 0,05, **P ≤ 0,01, ***P ≤ 0,001.

Анализ данных табл. 1 позволил установить, что средние значения кубитального индекса во всех группах варьировали в пределах от 40,12 до 46,67%, коэффициент вариации (Cv) составил 13,10–16,25%. Максимальное среднее значение кубитального индекса было зарегистрировано в группе 750 п.н. – 46,67%, а минимальное в группах 500 п.н. и 550/600 п.н. соответственно 40,83 и 40,12%. Значение гантельного индекса изменялось от 0,97 до 1,03 усл. ед., коэффициент вариации (Cv) составил 6,63–9,34%.

Сравнивая полученные данные с морфометрическими стандартами можно сделать вывод, что пчёлы данной популяции по значению кубитального и гантельного индекса соответствуют представителям южных рас. Однако в 3 исследованных группах по вариабельности локуса COI–COII мтДНК 600 п.н., 650 п.н., 750 п.н. были идентифицированы пчелиные семьи аллельного варианта PQ, что указывает на происхождение семьи по материнской линии от среднерусской породы или аборигенного подвида тёмной лесной пчелы, и в 2 группах с длиной 500/700 п.н. и 550/600 п.н. были установлены разные варианты локуса COI–COII в одной семье. В исследованиях Н.В. Островерховой с соавторами, такие пчелиные семьи идентифицированы как «семьи-перевёртыши», когда наблюдается несоответствие морфометрических признаков и аллельных вариантов локуса COI–COII мтДНК [6].

В результате проведенных исследований выявлены три варианта дискоидального смещения: положительное, отрицательное и нейтральное (табл. 2).

В группах с длиной межгенного участка COI–COII мтДНК 500 п.н., 550 п.н. показатели соответствовали стандартам южных пород пчёл. Отрицательное дискоидальное смещение было наибольшим в группах 750 и 500/700 п.н. соответственно 18,0 и 12,2%. В группах с длиной межгенного участка COI–COII мтДНК 600 п.н. и 650 п.н. процент отрицательного дискоидального смещения был ниже (3,8; 1,1%). Значение данного

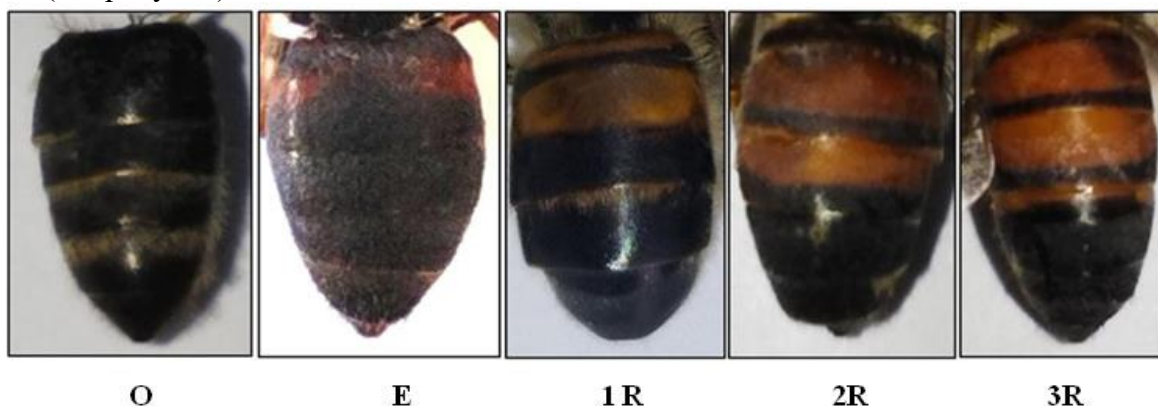
показателя отклоняется от значений стандарта, принятых для *A. m. mellifera* (среднерусская порода), для которой характерен аллель PQ и высокий процент отрицательного дискоидального смещения (95–100%). Это свидетельствует о том, что на пасеках Витебской области большинство пчелиных семей являются гибридными.

Таблица 2

Показатели дискоидального смещения у различных аллельных вариантов пчёл

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол-во семей, п	Дискоидальное смещение, %		
			положительное	нейтральное	отрицательное
500	Q	6	87,2	12,2	0,6
550	Q	12	86,9	11,7	1,4
600	PQ	39	80,9	15,3	3,8
650	PQ	3	82,2	16,7	1,1
750	PQ	5	56,7	25,3	18,0
500/700	Q/PQ	3	70,0	17,8	12,2
550/600	Q/PQ	2	91,6	8,4	0

Проведена идентификация морфотипов рабочих пчёл с пасек исследуемых районов по характерным отметкам на наружном скелете (кутикуле). Выделены следующие классы: О – совершенно тёмная; Е – на втором кольце имеются коричневые большие кромки (уголки); 1R – одно блестящее жёлтое кольцо; 2R – два блестящих жёлтых кольца; 3R – три жёлтых кольца (см. рисунок).



Классы морфотипов *Apis mellifera*, встречающиеся на территории Витебской области.
Фото Рудак А.Н.

Результаты исследований морфотипов *Apis mellifera* различных аллельных вариантов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Оценка морфотипной структуры рабочих особей медоносных пчёл

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол-во исслед. пчёл, п	Классы морфотипов пчёл, шт. (%)				
			О	Е	1R	2R	3R
500	Q	180	2 (1,1)	9 (5,0)	5 (2,8)	122 (67,8)	42 (23,3)
550	Q	360	71 (19,7)	20 (5,6)	32 (8,9)	207 (57,5)	30 (8,3)
600	PQ	1170	9 (8,5)	55 (4,7)	168 (14,3)	772 (66,0)	76 (6,5)
650	PQ	90	10 (11,1)	15 (16,7)	9 (10,0)	52 (57,8)	4 (4,4)
750	PQ	150	54 (36,0)	16 (10,7)	14 (9,3)	66 (44,0)	–
500/700	Q/PQ	90	21 (23,3)	–	5 (5,6)	51 (56,7)	13 (14,4)
550/600	Q/PQ	60	1 (1,7)	5 (8,3)	3 (5,0)	38 (63,3)	13 (21,7)
Итого		2100	258 (12,3)	120 (5,7)	236 (11,2)	1308 (62,3)	178 (8,5)
			378 (18,0)		1722 (82,0)		

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что исследованная популяция медоносных пчёл на территории Витебской области характеризуется наличием пяти классов морфотипов с различной встречаемостью аллельных вариантов. К морфотипу О принадлежало 12,3%, Е – 5,7%, 1R – 11,2%, 2R – 62,3%, 3R – 8,5%.

Наибольшая численность исследованных медоносных пчёл относится к классам 1R, 2R и 3R. Данные морфотипы регистрировались у 82,0% суммарного числа выборки. Наименьшее количество особей относились к морфотипам О и Е – 18,0%. Во всех группах было зарегистрировано наибольшее количество пчёл с морфотипом 2R (группа 500 п.н. – 122 пчелы (67,8%), группа 550 п.н. – 207 пчёл (57,5%), группа 600 п.н. – 772 пчелы (66,0%), группа 650 п.н. – 52 пчелы (57,8%), группа 750 п.н. – 66 пчёл (44,0%), группа 500/700 п.н. – 51 пчела (56,7%), группа 550/600 п.н. – 38 пчёл (63,3%)).

Согласно классификации Ф. Рутнера (2006) данный морфотип характеризует принадлежность пчёл к таксономической группе южных подвидов (класс 2R). Однако, в некоторых группах результаты исследования морфотипной структуры пчёл на территории Витебской области не согласуются с результатами анализа длины межгенного участка COI–COII мтДНК в группах 600 п.н. 650 п.н., 750 п.н., в которых должны преобладать морфотипы О и Е, свойственные среднерусской породе, что в целом характеризует происходящие процессы гибридизации.

На основании анализа комплексной оценки изменчивости морфометрических признаков крыла (кубитальный и гантельный индексы, дискоидальное смещение), морфотипной структуры и полиморфизма локуса COI–COII мтДНК установлено, что значительная часть пасек Витебской области представлена метисированными пчёлами с признаками, как среднерусской породы, так и южных пород пчел. Во всех исследуемых пробах, как по морфометрическим показателям, так и по молекулярно-генетическим не было обнаружено ни одной пчелосемьи, имеющей полное соответствие той или иной породе медоносных пчел. Таким образом, исследуемые пчелосемьи не могут быть отнесены к определенной породе и являются гибридными.

Список литературы

1. Конусова О.Л., Островерхова Н.В., Кучер А.Н. и др. Характеристика морфометрической изменчивости медоносных пчёл *Apis mellifera* L., отличающихся вариантами локуса COI–COII мтДНК // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2016. – № 1 (33). – С. 62–81. DOI: 10.17223/19988591/33/5.
2. Биглова Л.Ф. Разнообразие морфотипов медоносной пчелы в популяции лесостепной природно-сельскохозяйственной зоны Республики Башкортостан // Научное обозрение. Биологические науки. – 2014. – № 1. – С. 34–34.
3. СТО 00669424-001-2021. Методика измерения экстерьерных признаков медоносных пчел. – Введ. 2021–12–16. Рыбное ФГБНУ «ФНИЦ пчеловодства», 2021. – 36 с.
4. Алпатов В.В. Породы медоносной пчелы. – М., 1948. – 183 с.
5. Рутнер Ф. Техника разведения и селекционный отбор пчел: практ. руководство: пер. с нем. – 7-е изд., перераб. - М.: АСТ Астрель, 2006. - 166 с.
6. Островерхова Н.В., Конусова О.Л. Некоторые проблемы идентификации подвидов медоносной пчелы и их решение на примере изучения *Apis mellifera* в Сибири // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – № 2. – С. 283–303. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.2.283rus.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОЛОКА, ПОЛУЧАЕМОГО ОТ КОЗ АНГЛО-НУБИЙСКОЙ ПОРОДЫ

Сайфутдинова Л.Н., канд. вет. наук, доцент,
Никитина А.А., студент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Челябинск, Россия
e-mail: korobets04@mail.ru

Аннотация. Одной из наиболее перспективных пород по молочной продуктивности является англо-нубийская порода коз. Изучена молочная продуктивность показателей утреннего и вечернего доения. Выявлены следующие изменения: жирность вечернего молока превышает жирность утреннего на 1,28%; белковая часть в молоке в вечернее время, напротив, уменьшается на 1,03%; плотность молока остаётся неизменной и составляет 1 кг/м. Эти показатели отражают физиологическое состояние организма животных и характеризуют породные качества англо-нубийских коз в условиях Южного Урала.

Ключевые слова: молочная продуктивность, англо-нубийская порода коз, жир, белок, плотность

Молоко от коз англо-нубийской породы отличается ярким, насыщенным вкусом и ароматом. В отличие от молока других пород, в нём отсутствуют посторонние привкусы, присущие некоторым другим породам козам. Благодаря особой молекулярной структуре белков, жиров и углеводов, козье молоко легко усваивается в пищеварительной системе человека[1].

Основные особенности, обуславливающие усвояемость компонентов козьего молока в организме человека:

1. Молочный жир обладает высокой питательной ценностью и хорошей усвояемостью, что обусловлено малым диаметром жировых шариков; высоким содержанием низкомолекулярных жирных кислот (капроновой, каприловой и каприновой); высокий уровень естественной гомогенизации жира (в козьем молоке жировые шарики обладают большой площадью поверхности на границе фаз, что облегчает доступ липазам к молекулам жира) [2, 3].

2. Белок как компонент молока в основном состоит из казеина (около 78 %) и сывороточных белков (около 22 %). Казеин – неоднородный белок, включающий 4 фракции: α s1-казеин, α s2-казеин, β -казеин и κ -казеин. Соотношение фракций казеина зависит от вида жвачных животных. В козьем молоке около 60 % составляет β -казеин – термостабильный белок. Остальные белки присутствуют в незначительной концентрации или в виде следов [1, 3, 4].

3. Плотность молока коз варьируется и зависит от следующих факторов: химического состава (снижается при увеличении содержания молочного жира; повышается при возрастании количества белков, лактозы и солей); сбалансированности рациона кормления; периода лактации; заболеваний молочных желез [2-4].

Химический состав козьего молока определяется генетическими факторами, возрастом, индивидуальными особенностями животного и рационом питания.

Козы англо-нубийской породы теплолюбивы. На территории Южного Урала их разводят лишь немногие фермеры, несмотря на высокие молочные качества этой породы [5].

Целью исследования являлась комплексная оценка качества молока, полученного от коз англо-нубийской породы, с анализом органолептических и физико-химических показателей в зависимости от времени доения (утреннее и вечернее).

Материалы и методы. В качестве опытных животных были взяты козематки англо-нубийской породы (20 голов 2-3 окот в возрасте 2-4 года) проживающие на территории г. Троицка Челябинской области. Доение животных производили, при помощи аппарата «Зорька», двукратно в утреннее и вечернее время в течение сентября 2024 года с интервалом 12 часов. Средний анализ проб был взят у животных четвертого месяца лактации.

Животные принадлежать физическому лицу, который занимается чистокровным разведением и на прородителей имеет документы, подтверждающие родовые корни. Рацион питания: пастба (разнотравье, кленовые ветки), в качестве лакомства добавление сочных кормов - морковь, яблоки и двукратно во время дойки овес 250 грамм на голову.

Лабораторные исследования проб молока проводили в лаборатории Южно-Уральского государственного аграрного университета при помощи аппарата «Лактан 4» (белок, жир, и плотность). Полученные результаты статистически обработали при помощи программы Excel, методом вариационной статистики [5].

Результаты исследования. Козье молоко - это питательный и универсальный продукт, который полезен для здоровья [5, 6]. Англо-нубийские козы относятся к молочной породе, среднесуточный надой на одну голову составил 5,5 л.

Несмотря на 12 часовый интервал между дойками количество утреннего молока превышает вечернее и 0,5 %, это связано с выработкой гормона пролактина, который активнее всего вырабатывается с 3 ночи до 8 утра [5, 7].

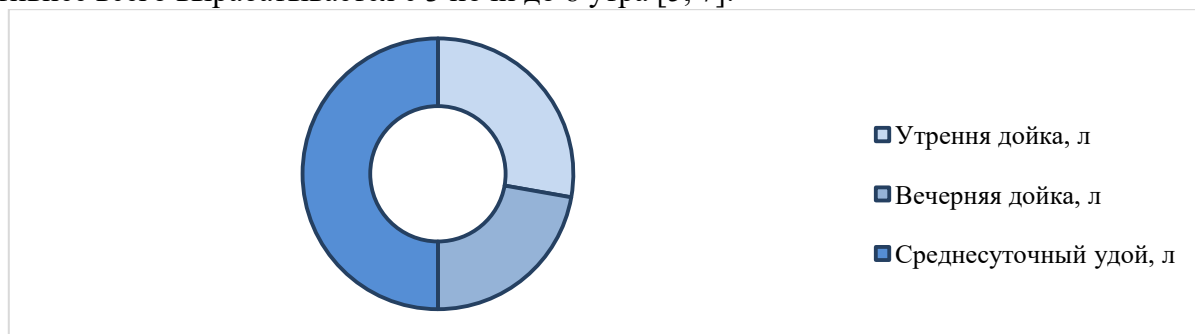


Рис. 1. Среднесуточная молочная продуктивность коз

За вкусовые качества молока отвечают химические составляющие продукта: плотность молока, молочный белок и жир.

Плотность молока зависит от химического состава. Она понижается при увеличении содержания жира и повышается при увеличении количества солей, белков. В связи с дождливыми погодными условиями и употреблением сочных кормов плотность молока у испытуемых животных не изменялся и составил 1 кг/м³ [1, 5, 8].

На концентрацию молочного белка кроме генетического потенциала влияет кормления (энергетическая питательность рациона, форма кормов, качество кормов); условия содержания; заболевания (связанные с выменем). Анализируя пробы молока, средний показатель по белку в утренние часы и составил 3,63 % что выше вечернего на 0,13 % [5].

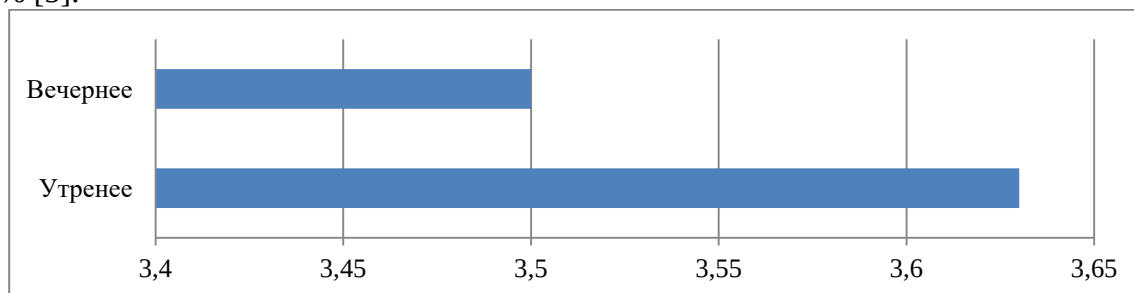


Рис. 2. Содержание белка у коз англо-нубийской породы, %

Молоко коз англо-нубийской породы по своей генетической структуре имеют большой процент молочного жира. Хотя генетический потенциал не гарантирует высокие надои молока – на продуктивность влияют и другие факторы, стадия лактации, качество кормления и условия содержания. Козематки были ближе к сухостойному периоду, поэтому молоко имело большой процент жирности, причем в вечерней дойке он превышал утренней молочный жир на 1,18 %, что подтверждает усиленным обменом веществ в дневное время [5].

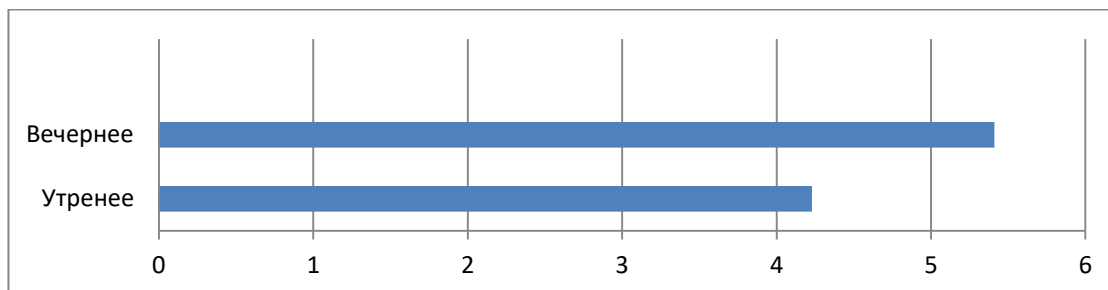


Рис. 3. Содержание молочного жира у коз англо-нубийской породы, %

Таким образом, изучение молочной продуктивности коз англо-нубийской породы показывает, что уровень продуктивности определяется несколькими аспектами: генетическим потенциалом, соблюдением зоогигиенических норм, временем доения и общим физиологическим состоянием животных.

Список литературы

1. Абылгазиева Н. Молочная продуктивность и биохимический состав козьего молока // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – № 9. – С. 6-8.
2. Забелина М.В. Влияние породной принадлежности коз на молочную продуктивность, биохимические показатели молока и его пищевую ценность // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2022. – № 3. – С. 31-34.
3. Ерофеева Н.А. Особенности козьего молока как объекта пищевой биотехнологии // Биотехнология XXI в.: сб. материалов междунар. науч. форума. – 2013. – С. 114-116.
4. Каримова Ш.Ф. Биохимия молока // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 9. – С. 422-428.
5. Сайфутдинова Л.Н. Оценка молочной продуктивности англо-нубийских коз // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – 2024. – С. 657-660.
6. Концевая С.Ю. Англо-нубийская порода коз // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 2. – С. 11-13.
7. Воронина О.А. Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года // Аграрная наука. – 2023. – № 2. – С. 119-123.
8. Зуева Е.М. Уровень и качество молока коз при утреннем и вечернем доении с учетом разных лактаций // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2017. – № 3. – С. 21-22.

МЯСНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Солошенко В.А.¹, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,
Магер С.Н.¹, д-р биол. наук, проф.,
Захаренко А.М.¹, канд. хим. наук,
Швыдков А.Н.², д-р биол. наук,
Ломовский И.О.³, канд. хим. наук,
Соловьёв К.А.¹, инженер,
Тихова В.Д.⁴, канд. хим. наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²ООО «Производственное объединение “Сиббиофарм”», Новосибирск, Россия

³Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия

⁴Институт органической химии СО РАН, Новосибирск, Россия

e-mail: secretary@sfscs.ru; liakhov@solid.nsc.ru; egbagryanskaya@nioch.nsc.ru

Аннотация. В материалах статьи представлены важнейшие достижения научных учреждений в области животноводства Сибирского региона. Выделены ключевые направления, по которым допущены отставания по кормопроизводству, селекции сельскохозяйственных животных, переработке животноводческого сырья, экономические аспекты, повышающие эффективность сельскохозяйственного производства, организационные вопросы в становлении отраслей животноводства, производящих мясную продукцию. Особую роль обязана выполнить фундаментальная и прикладная наука в повышении качественных показателей продукции животноводства, связанной со здоровьем человека, продолжительностью его жизни.

Ключевые слова: кормопроизводство, воспроизводство, микробиота, переваривание и усвоение корма, адаптация

Более половины территории России (60%) занимают отдалённые малоосвоенные земли северо-востока нашей страны, на которых проживают менее 18% всего населения. Азиатский регион характеризуется невысоким биоклиматическим потенциалом для ведения сельскохозяйственного производства с обилием энергоресурсов, продаваемых за рубеж. Экстремальные условия земледелия и животноводства огромной малонаселённой части России, в отличие от черноземной полосы, должны быть компенсированы государственными программами, обеспечивающими рентабельное сельскохозяйственное производство. Выражение о неконкурентоспособности получения там ценных продуктов питания, таких как молоко, мясо, яйца, кожно-мехового сырья для одежды и обуви, целесообразно забыть до тех пор, пока там не будет создана материально-техническая база за счёт сверхдоходов от продажи сырьевых ресурсов (нефти, газа, угля, рудных ископаемых). Для этого необходимо привлечь множество людей в этот малообжитый край. Никакая другая отрасль народного хозяйства так не способствует формированию оседлого населения, как сельское хозяйство, свидетельством чему являются столыпинские реформы.

Ориентация фундаментальной и прикладной науки на создание и освоение новых технологий по использованию местных энергетических, растительных, минеральных и других природных ресурсов для производства деликатесной животноводческой продукции с

глубокой переработкой будет способствовать перестройке всей экономики Зауралья и укреплять продовольственную безопасность России в целом.

Реализация программы мясного животноводства должна начинаться с кормопроизводства, прорывных технологий для экстремальных условий Сибири вплоть до арктических. Появились новые экономичные методы сушки зелёных растений, базирующихся на сочетании нескольких приёмов удаления влаги с минимальным нагревом сырья в оптимальную фазу вегетации. Параметры сушки +30...+90 °С и продолжительностью 18 секунд обеспечивают высокую сохранность 93-95% биологические активных веществ в оптимальную фазу развития растений, что делает сушилки АСКТ «Яваджра» более эффективной, как по энергозатратам, так и по качеству продукции [1]. Технология АСКТ (аэродинамической сушки комбинированного типа) освоена и продолжительное время работает в Воронежской области, предполагается её освоение в Новосибирской, Кемеровской и Тюменской областях. Витаминно-белковый концентрат из бобовых или бобово-злаковых смесей, по предпосылкам учёных, может произвести переворот в кормопроизводстве всех регионов России. Разработка сырьевого зелёного конвейера для производства такого корма, оценка его действия на всех видах животных и качество продукции – первоочередная задача учёных. Чтобы запустить процесс, изложенный в статье, необходима моральная и экономическая поддержка федеральных и региональных властей, хотя бы в нескольких районах опережающего развития.

Учитывая фактическое состояние материально-технической базы отрасли кормопроизводства и соответствующее ей невысокое качество кормов с тенденцией использования дешёвых пастбищных кормов и отходов полеводства (соломы, половы) с высоким содержанием клетчатки, необходима кормовая добавка нового поколения. В её составе целесообразно использовать компоненты, стимулирующие развитие и активность рубцовой микрофлоры, расщепляющей труднодоступные углеводы. К ним относятся ферменты, сахара, карбамид, стимуляторы иммунитета. Поскольку эффективность использования карбамида зависит от скорости растворения мочевины, выделения аммиака и степени его использования микрофлорой рубца, целесообразно применять защищённую мочевины пролонгированного действия, что достигалось путём экструзии семян рапса, ячменя и карбамида [2]. Значительно позже в США фирма Alltech для защиты мочевины стали применять фосфатиды в виде пальмового масла, которое, к сожалению, может прогоркнуть, что ухудшает вкусовые качества кормовой добавки. В настоящее время кормовая добавка с защищённой мочевиной под названием Меноген выпускается Китаем, Оптиген – производится в США, подобный продукт изготавливается в Белоруссии и в России в Оренбурге. Сочетание защищённой мочевины с зерновой патокой, содержащей около 20% сахаров, увеличивает продуктивность молочного стада на 12-15%, улучшает качество молока. Наблюдаемый эффект обусловлен созданием благоприятных условий развития микроорганизмов преджелудков, играющих важную роль в утилизации азотсодержащих веществ, поступающих с кормом, улучшающих синтез аминокислот, жирных кислот и витаминов группы В [3, 4]. Животноводы отмечают и побочный эффект нового продукта, выражающийся в повышении выхода телят, особенно у голштинизированного скота.

Учёными СФНЦА, ИХТТМ, НИОХ СО РАН, ПО «Сиббиофарм» осуществляется поиск нового способа защиты мочевины, пролонгирующего её распад без применения фосфатидов, подверженных прогорканию. Обработка стандартной мочевины стабилизирующим полимерным компонентом (СПК) замедляет её гидролиз и выделение аммиака. Хранение защищённой мочевины в негерметичных условиях в течение 12 месяцев показало высокую сохранность в ней азота. Потери азота в защищённой СПК мочевины достигли 1,84-1,95%, защищённой пальмовым маслом – 2,07-2,89%, контрольном незащищённом варианте – 1,5%. Исследования сохранности азота в мочевины с последующим использованием её на животных продолжаются.

В испытаниях на лактирующих коровах (группа из 6 голов) защищённой СПК мочевины в течение 3 месяцев не выявлено её отрицательного воздействия, как на самих животных, так и их продукцию – молоко. Предполагается апробация новой кормовой добавки на откармливаемом молодняке крупного рогатого скота казахской белоголовой породы или мясо-шерстных овец на естественных пастбищах с продлённым выпасом.

К числу дополнительных кормовых ресурсов северо-восточного региона целесообразно привлечь отходы рыбопереработки и другого океанического сырья, боенские отходы мясокомбинатов, месторождения цеолитов, бентонитов, сапропелей.

Вышеперечисленные кормовые добавки эффективнее использовать в составе комбикормов или БВМД (белково-витаминно-минеральных добавок), что позволит решить проблему использования низкокачественного зерна, которое с трудом за невысокую цену продаётся за рубеж. Создание стабильной качественной кормовой базы будет способствовать развитию отраслей специализированного мясного скотоводства, табунного коневодства, яководства, оленеводства, мясо-шерстного овцеводства, что позволит заселить пустующие территории оседлым населением.

В формировании племенной базы перечисленных отраслей животноводства целесообразно использовать отечественные экотипы сельскохозяйственных животных, приспособленных к местным условиям

[5, 6].

Обобщение бессистемных вариантов скрещиваний 2000-2025 гг. в специализированном мясном скотоводстве по инициативе учёных НИИ и вузов, использование семени и эмбрионов зарубежных животных в племенных заводах и репродукторах, передового и не передового опыта товарных предприятий, а также данных официальных органов статистики позволяют предположить о предпочтительном разведении некоторых пород мясного скота: герефордской, казахской белоголовой, абердин-ангусской. Переоценка специализированных мясных пород произошла в странах законодателях мод в области пороодообразования (Франции, Англии, США) с приоритетом оценки по экономическим показателям, в результате которой предпочтение отдано некрупным, легкоадаптируемым породам с хорошими материнскими качествами типа абрак и салерс, взамен шарле, лимузинов, шортгорнов.

Учитывая особые климатические условия Якутии, Бурятии, Забайкалья, северных районов Красноярского края, Хакасии, Иркутской области, перспективной для этой зоны в качестве материнской может быть улучшенная мясная симментальская порода (тип баганский, рис. 1), семя которой имеется в Новосибирском племпредприятии. Её сочетание с герефордской (экотипы разной интенсивности роста) может стать основой гибридного мясного скотоводства для огромного региона (рис. 2-4) с животными, адаптированными к условиям степи и лесостепи, предгорья и гор, подтаёжным и заболоченным местностям.



Рис. 1. Симментал, тип баганский мясной.
Бычок в возрасте 18 месяцев после откорма, живая масса - 705 кг



Рис. 2. Телята-помеси первого поколения на заболоченных пастбищах
Новосибирской области



Рис. 3. Гибрид F1 симментал + герефорд (зима)



Рис. 4. Гибрид F1 симментал + герефорд (лето)

Работу целесообразно выполнять в рамках государственной программы под руководством СибНИПТИЖ и селекционно-генетическим центром при нём. За 95 лет этой научной организацией создано 10 пород молочного и мясного скота, свиней, овец, рыб; 13 типов этих видов животных, а также технологий по их выращиванию с проектами ферм и оборудованием. Создание СГЦ – принципиальный вопрос, поскольку оставшиеся животноводческие научные подразделения Сибири успешно продолжают свою работу, которую целесообразно координировать.

Вторым направлением мясного животноводства может стать табунное коневодство (рис. 5, 6).



Рис. 5. Новоалтайская порода лошадей



Рис. 6. Якутские табунные лошади

Мясо табунных лошадей, выращенных по табунно-тебенёвочной технологии (круглогодичная пастьба), содержит значительно меньше жира и холестерина и больше п-З жирных кислот и железа по сравнению со свининой, бараниной, мясом птицы и тем самым благоприятно влияет на здоровье человека за счёт улучшения липидного профиля и уровня железа. Себестоимость конины намного ниже, чем мяса других видов сельскохозяйственных животных, что обусловлено минимальными затратами на содержание и кормление табунных лошадей. Развитие отрасли табунного коневодства может базироваться на местных адаптированных экотипах лошадей Бурятии, Хакасии, Забайкалья, Горного Алтая, Якутии, а также окультуренных массивах: новоалтайской, ульдургинской, якутской, приленской, мегежекской породах и аргалейском типе в забайкальской породе, созданных ВНИИ коневодства и отделами животноводства региональных НИИ. Технология их выращивания очень проста и не требует гигантских вложений (страховой запас кормов на случай обледенения пастбищ и загон для санобработки с навесом для выжеребки). Конина премиум класса от жеребят, выращенных на подсосе и естественных пастбищах с апреля по ноябрь, пользуется высоким спросом населения, а её производство способно регулировать ценовой рынок животноводческой продукции.

Обвальное снижение цен на тонкую шерсть привело к резкому снижению поголовья тонкорунных овец, что повлекло за собой соответственно и уменьшение производства баранины и потерю рабочих мест сельского населения. Освободившуюся нишу нужно было срочно заполнить. Селекционерами северо-восточных регионов России были созданы отечественные породы мясных, мясошерстных и мясосальных овец, способных

адаптироваться к суровым условиям арктического, субарктического и умеренного климатического поясов Восточной Сибири с небогатым травостоем обширных естественных пастбищ (рис. 7, 8).



Рис. 7. Загулайский тип мясо-шерстного направления продуктивности



Рис. 8. Агинская порода мясо-шерстно-сального направления продуктивности

Так, были выведены бурятская порода полугрубошерстных овец мясосально-шубного направления продуктивности, утверждённая в 2006 г., агинская порода мясосально-шерстного направления – 2007 г., с зугалайским типом – 2017 г., порода буубэй – мясо-шерстного направления – 2008 г., тувинские полугрубошерстные овцы – мясо-шубного направления продуктивности.

Новые породы хорошо адаптированы к суровому климату и обеспечены кормом на малозаснеженных пастбищах. Их поголовье выросло в 5,3 раза по сравнению с 2000 г. Качественная молодая баранина востребована на отечественном и зарубежных рынках. Цена баранины существенно ниже мраморной говядины.

Приведённые примеры свидетельствуют, что имеющиеся отечественные генетические ресурсы в животноводстве Сибири способны стать основой эффективной отрасли для обеспечения населения незаменимыми продуктами питания высочайшего качества, а также сырьём для изготовления тёплой одежды и обуви.

Список литературы

1. Технология сушения для производства кормов // Кормопроизводство. № 3331. 16.05.2017. Источник SFERA. Наталья Смирнова.
2. Авторское свидетельство на изобретение «Кормовая добавка для жвачных животных» SU 1819562 A1 / Солошенко В.А., Рогачёв В.А.
3. Солошенко В.А. Добавка из зерновой патоки в корм мясных животных // Наука и технологии Сибири. – 2021. – № 21. – С. 58-59.
4. Рогачёв В.А., Солошенко В.А. и др. Приготовление и использование зерновой патоки в рационах сельскохозяйственных животных: метод. рекомендации. – Новосибирск, 2020. – 33 с.
5. Магер С.Н., Солошенко В.А. Развитие животноводства в Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. – № 1. – С. 12-19.
6. Солошенко В.А., Магер С.Н., Адушинов Д.С., Князев С.С. Продовольственная независимость – направление совершенствования кормопроизводства // Зоотехния. – 2023. – № 3. – С. 7–10.

<https://doi.org/10.26898/2026-203>
УДК 636.32/.38(575.4)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО СТАДА КАРАКУЛЬСКИХ ОВЕЦ

Султанова С.Б., Кулиев К.

Туркменский сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова, Ашхабад, Туркменистан
e-mail: suray2709@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема интенсификации каракулеводства в Туркменистане через создание высокопродуктивного многоплодного стада. Исследования, проведенные в пустынной зоне, базировались на селекционном отборе пар с учетом типа их рождения, ранних сроках осеменения и улучшении пастбищного содержания. Установлено, что подбор пар из однополых близнецов увеличивает выход двоен на 13,8% по сравнению с разнополыми. Пик многоплодия выявлен у маток в возрасте 3–4 ягнения. Разработанная схема селекции исключает появление фримартинов. Результатом работы стало создание стада черных каракульских овец (свыше 21 тыс. голов) с выходом 122 ягненка на 100 маток и долей элитных животных 96,5%. Методика рекомендуется племенным хозяйствам для повышения экономической эффективности отрасли.

Ключевые слова: каракулеводство, селекция, многоплодие, двойневый приплод, однополые близнецы, продуктивность

На современном этапе развития пустынного каракулеводства наиболее важной является проблема увеличения производства и улучшения качества каракуля, шерсти, баранины, овчин и другой продукции. Для Туркменистана, где каракулеводство – ведущая отрасль животноводства, решение этой проблемы приобретает большое народнохозяйственное значение в реализации задач экономического и социального развития страны.

Научные разработки по созданию высокопродуктивного стада каракульских овец проводятся в течение ряда лет. Теоретической основой научного поиска избрано учение о наследовании количественных и качественных признаков [1, 2], учение о популяции [3], с учетом биологических особенностей каракульских овец конкретного стада и влияющих факторов среды.

Проведению исследований предшествовала большая подготовительная работа: налаживание первичного учета и племенной документации, селекционная сортировка овец, изучение смушковой, шерстной продуктивности, плодовитости и других показателей. На основании исходных данных были разработаны минимальные требования животных желательного типа и определено направление селекционной работы, внедрена система мечения овец с учетом типа их рождения [4-6].

Создание животных с нужными свойствами и направление селекционного процесса определяются условиями развития животного. Изучив условия разведения каракульских овец, мы стремились проводить исследования с максимально возможным использованием факторов внешней среды.

Учитывая, что при круглогодичном пастбищном содержании овец сроки проведения осеменительной и расплодной кампании являются критическим фактором для сохранения поголовья, повышения его упитанности и продуктивности, данные сроки были оптимизированы [7]. Начало кампании перенесено с 7 октября на 27 сентября. Внедрено поучастковое использование естественных пастбищ, практиковался ночной выпас овец, использовались поля после уборки урожая, ежедневно поголовье обеспечивалось двукратным водопоем. Комплекс данных мер способствовал качественной подготовке баранов и маток к осеменительной кампании.

В процессе исследований установлено, что у каракульских овец в двойневом приплоде рождаются близнецы однополые и разнополые [8]. Динамика рождения двойневого приплода и соотношение типов близнецов по годам варьировались: доля двойневого приплода колебалась от 15,3 до 43,1%, однополых близнецов – от 6,0 до 27,1%, разнополых – от 9,3 до 16,0%. Выявлено, что на проявление многоплодия оказывает влияние ряд факторов, обусловленных в первую очередь селекцией и погодно-кормовыми условиями (см. таблицу).

Тип рождения ягнят и выход двойневого приплода по годам

Год	Учтено маток	Учтено ягнят	Тип рождения ягнят: одиночки, %	Тип рождения ягнят: двойни, %	Тип рождения ягнят: двойни, % (однополые)	Тип рождения ягнят: двойни, % (разнополые)	Всего двойневых ягнят: кол-во	Всего двойневых ягнят: %
2011	5526	6372	84,7	15,3	6,0	9,3	975	15,3
2012	5288	6293	81,0	19,0	7,6	11,4	1196	19,0
2013	5383	6551	78,3	21,7	8,5	13,2	1422	21,7
2014	5363	6597	77,0	23,0	8,6	14,4	1517	23,0
2015	6311	7580	79,9	20,1	7,6	12,5	1524	20,1
2016	3978	5582	59,7	40,3	17,3	23,0	2249	40,3
2017	6736	8995	66,5	33,5	16,9	16,6	3013	33,5
2018	6758	9544	53,7	41,3	23,3	18,9	3941	41,3
2019	6832	9776	56,9	43,1	27,1	16,0	4213	43,1

По мере накопления генетического потенциала и использования в воспроизводстве стада баранов и маток из числа двоен, процент рождения двойневых ягнят неуклонно рождался. Для оценки влияния селекции на многоплодие нами было разработано и осуществлено семь вариантов подбора.

При подборе баранов и маток, рожденных однополыми близнецами, получено двойневого потомства на 13,8% больше, чем при подборе пар из разнополых близнецов.

При подборе баранов из однополых близнецов двойневого потомства получено на 7,6% больше, чем при реципрокном подборе. При подборе баранов из однополых близнецов к маткам-одинцам, двойневого потомства получено на 10,0% больше, чем при подборе к таким же маткам баранов из разнополых близнецов. При подборе баранов и маток, рожденных одиночками, двойневость проявилась лишь в 3,7% случаев.

В целях быстреего накопления в стаде двойневого поголовья следует использовать баранов из однополых двоен с большими нагрузками при искусственном осеменении маток, также рожденных двойнями.

Особое внимание уделялось проблеме фримартинизма. Исследованиями не обнаружено рождение ярков-фримартинов при всех используемых вариантах подбора. Установлена закономерность чередования приплода у ярков из разнополых двоен (часто рождающихся с рожками):

- 1-е ягнение: обычно одинок-баранчик;
- 2-е ягнение: разнополые близнецы;
- 3-е и 4-е ягнение: однополые близнецы;
- 5-е и 6-е ягнение: одинок (ярка или баранчик) (рис.1).

Влияние возраста маток

Анализ данных по 8993 маткам выявил тенденцию к более раннему расплоду маток старших возрастов (начиная с 4-го ягнения) и позднему расплоду молодых. Максимальное количество двойневых ягнят (44,7%) от маток в возрасте 3–6 ягнений родилось в первую пятидневку марта (1–5 числа). Оптимальным сроком начала осеменения взрослых маток определено 27 сентября, а молодых – 1 октября.

Наибольший расцвет биологических возможностей к рождению двойневого приплода проявляется в возрасте 3-го и 4-го ягнения. Это подтверждается данными эксперимента: при подборе одновозрастных баранов (2,5 года) к маткам разного возраста наблюдалось пиковое увеличение двоен к 4-му ягнению с резким спадом к 5-му.

Оценка производителей

В селекционной работе испытано 105 баранов (65 из однополых двоен, 40 из разнополых). Установлено, что бараны из разнополых близнецов продуцируют больше семени (35,7 мл за сезон против 27,2 мл), однако оплодотворяющая способность у всех групп одинаково высокая.

В передаче признаков двойневости существует возрастная избирательная особенность. При подборе баранов из однополых близнецов к маткам 4,5-летнего возраста получено на 25,2% больше двоен по сравнению со сверстниками из разнополых близнецов.

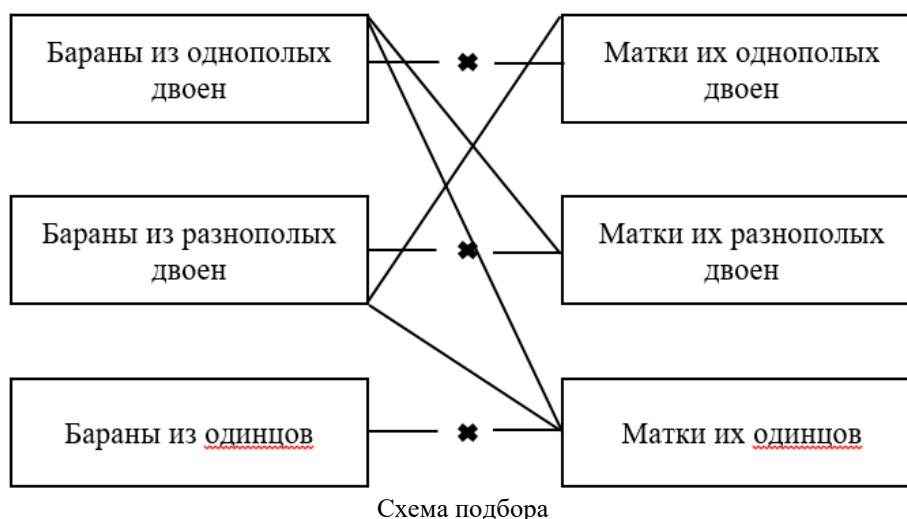


Схема подбора

Результаты исследования применимы в практике племенных заводов и товарных ферм пустынной зоны, занимающихся разведением каракульских овец. Предложенная методика оценки баранов по качеству и выходу двойневого потомства (проверка 15–20 баранов ежегодно на матках разных возрастов) позволяет выявлять лучшие сочетания родительских пар.

Выводы

1. Путем целенаправленной селекции в чистоте создано высокопродуктивное стадо численностью более 21 тыс. каракульских овец черной окраски жакетного типа.
2. Стадо сочетает естественное многоплодие с высокими смушковыми качествами: элитные и первоклассные овцы составляют 96,5% (из них элита – 53,7%).
3. Выход ягнят при отбивке достиг показателя 122 головы на 100 маток на начало года.
4. Для поддержания плодовитости рекомендуется закреплять за пунктами искусственного осеменения разновозрастные группы маток для одновременной проверки производителей, что ускоряет выявление лучших генотипов.

Список литературы

1. Борданов Е.А. Как можно ускорить совершенствование и создание племенных стад и пород. - М.: Госиздат, 1938. - 231 с.
2. Дьячков И.Н., Мухамедова Л.Д., Стояновская В.И., Толмакова Г.М. Вопросы влияния различного кормления овец на развитие плода и на формирование каракульского смушка // Международная книга. - 1950. - Вып. 14. - С. 209–228.
3. Иванов М.Ф. Избранные сочинения. - М., 1957. - Т. 1: Экспериментальные работы по разведению овец, выведение новых пород и их совершенствование. - С. 289–348.
4. Велиев Ю. Эффективная технология производства мяса молодняка баранины // Устойчивый рост сельскохозяйственного комплекса: материалы цифровой междунар. науч. конф. – Ашхабад, 2024. - С. 279–280.
5. Омбаев А.М. Новая смушково-мясосоляная порода и новые заводские типы каракульских овец различных окрасок и расцветок // Наука и образование эпохи возрождения в мировой научно-образовательной системе. - Ашхабад: Ылым, 2009.
6. Ризаев Ш., Урушев Н., Раджабов О., Ризаев И., Хайдаров К. Изменение живого веса каракульских овец различных смушковых типов в связи с многоплодием // Труды Самаркандского с.-х. ин-та. – 1971. – Т. 23. – С. 76-82.
7. Аннамухаммедов О., Ханчаев Х., Кепбанов Ё., Вейсов С., Шадурдыев А. Природные пастбища и развитие отгонного животноводства в Туркменистане // Методическое пособие FAO, Adaptation Fund, UNDP. - Ашхабад, 2014. - 108 с.
8. Туекбасов М.К. Селекционно-генетические аспекты разведения каракульских овец оригинальных окрасок на юге Казахстана: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. - Шымкент, 2008. - 44 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-204>
УДК 636.084/087.69

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕЩЕНИЯ РАПСОВОГО ШРОТА ЖМЫХОМ ЛИЧИНКИ ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ В РАЦИОНЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Третьяков Е.А., канд. с.-х. наук, доцент
Вологодский научный центр РАН, Вологда, Россия
e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

Аннотация. Для обеспечения потребности высокопродуктивных молочных коров необходимым количеством энергетических и питательных веществ требуется вводить в рационы большие объёмы кормовых средств, которые животные не всегда способны потратить. Одним из решений обеспечения высокопродуктивных коров полноценным набором кормовых нутриентов может служить замещение части кормовых средств более

богатыми критическими питательными веществами кормами с высоким уровнем их усвоения. В производственных условиях Северо-Западного федерального округа поставлен эксперимент по изучению эффективности включения в кормовую смесь коров с удоем 10 000 кг молока за лактацию концентрата из личинки чёрной львинки путём исключения равнозначной по химическому составу и продуктивному действию части растительного белкового компонента. Замещение в рационе высокопродуктивных коров в период раздоя 550 г рапсового шрота 350 г жмыха личинки мухи чёрной львинки наряду со снижением массы кормовой смеси позволяет за 2 месяца раздоя повысить надой на 2%, оказав слабopоложительное влияние на качество молока, и с учётом разницы стоимости рационов дополнительно получить 1689 руб. на голову.

Ключевые слова: чёрная львинка, надой, МДЖ, МДБ, эффективность

Введение. Федеральное законодательство, определяющее развитие агропромышленного комплекса и сельских территорий на ближайшую перспективу, устанавливает следующие ключевые цели: обеспечение устойчивого развития и модернизация сельского хозяйства, а также наращивания производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, соответствующих всем установленным требованиям [1-4]. Одним из направлений достижения этих целей является обеспечение полноценного нормированного кормления сельскохозяйственных животных и птицы.

Оптимизация кормления высокопродуктивных животных требует создания инновационной системы питания. Данная система должна представлять собой целостный подход, интегрирующий энергетические, протеиновые, углеводные, минеральные и витаминные компоненты, и обеспечивать физиологическую адекватность рациона в зависимости от породных особенностей, физиологического статуса и этапа производственного цикла животных [5].

Наиболее дефицитным нутриентом в животноводстве выступает протеин. Годовой недостаток белка в отрасли достигает 2 млн т. В Российской Федерации потребности комбикормовой промышленности в белковом сырье покрываются лишь на 60-65%, что обуславливает нерациональный расход зерновой составляющей и снижение питательности комбинированных кормов. Стратегия ликвидации белкового дефицита предполагает, как традиционные меры, так и альтернативные – наращивание производства белка микробного и insect-протеина (белка насекомых). Последний является высокоценным животным белком, для производства которого не требуется значительных земельных и водных ресурсов [6-8].

В настоящее время ведутся активные дискуссии о применении переработанных насекомых в качестве кормовых ингредиентов [9]. Наиболее перспективным для отечественных условий считается использование продуктов переработки личинок мухи чёрная львинка. Их включение в рецептуры комбинированных кормов для сельскохозяйственных животных и птицы в перспективе позволит частично заместить высокопротеиновые и ресурсо- и энергоёмкие компоненты, такие как рыбная мука и растительные источники белка [10].

Цель исследования – оценить влияние частичной замены концентратов в рационе, а именно 550 г рапсового шрота на 350 г жмыха личинок чёрной львинки, на молочную продуктивность и качество молока у высокопродуктивных коров голштинской породы.

Научная новизна: эксперимент впервые проведён в условиях Европейского Севера Российской Федерации на раздойных коровах с удоем 10 000 кг молока в год.

Организация и методика эксперимента. С целью изучения эффективности замены рапсового жмыха на источник инсектного протеина (жмых личинок чёрной львинки) на базе АО «Важское» был проведён научно-производственный опыт продолжительностью 70 дней, из которых 10 отводились на уравнительный период. На основании ключевых физиолого-

продуктивных признаков (возраст, лактация, удой, МДЖ и МДБ) методом групп-аналогов были сформированы контрольная и опытная группы животных, по 12 голов в каждой.

Коровы в обеих группах (второй отёл, 61-62 день лактации) имели сходную продуктивность: удой 30-31 кг/сутки, содержание жира 4,91-4,92%, белка - 3,04%.

Все животные получали рацион, рассчитанный по детализированным нормам ВИЖ, и содержались в идентичных условиях (привязное содержание в общем помещении с расположением голова к голове в смежных рядах).

Лабораторные исследования (химсостав кормов и молока) проводились в ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ВолНЦ РАН. Учёт продуктивности осуществляли методом подекадных контрольных доений. Статистическую обработку данных проводили в Microsoft Excel, расчёт рационов – в программном комплексе «Корм Оптима».

Результаты исследования. Базовая часть рациона для обеих групп была одинаковой и включала (в расчёте на голову в сутки): 20,0 кг злаково-бобового силоса, 1,5 кг сенажа, 7,5 кг зерносмеси (ячмень и кукуруза), 2,2 кг концентрата ЭК КЭКС, 2,7 кг комбикорма «АгроЭксперт», 0,35 кг энергетика «Милканайзер» и 0,5 кг кормовой патоки. Ключевое отличие заключалось в источнике протеина: в контрольной группе использовали 3,0 кг рапсового шрота, тогда как в опытной – 550 г того же шрота заменили на 350 г жмыха личинок чёрной львинки (на основе сходства по питательности и химическому составу). Все рационы были сбалансированы для поддержания суточного удоя 35,0 кг с содержанием жира 3,70%, белка - 3,30%. Анализ рационов показал отсутствие существенных различий между группами по общей питательной ценности. Обеспеченность животных энергией, минеральными и биологически активными веществами была идентичной и соответствовала норме.

Введение в рацион жмыха личинок чёрной львинки привело к тенденции повышения продуктивности: среднесуточный удой в опытной группе был на 0,6 кг (1,8%) выше, чем в контрольной. Общий надой за период опыта также увеличился на 33,7 кг (1,7%). Однако статистически эти различия оказались недостоверными ($p \geq 0,05$). Качество молока во всех образцах соответствовало ГОСТ. При этом в молоке опытной группы наблюдалось небольшое повышение содержания основных компонентов (жира, белка, лактозы – на 0,01%, СОМО – на 0,2%) и мочевины (на 5,6%).

На основании полученных результатов эксперимента была рассчитан экономический эффект от замены рапсового жмыха на источник инсектного протеина (см. таблицу).

**Расчет экономической эффективности применения жмыха личинок чёрной львинки
в кормлении коров в период раздоя**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Валовой надой натурального молока, кг	1940,1	1973,8
Среднесуточный надой натурального молока, кг	32,3	32,9
Массовая доля жира, %	4,07	4,08
Получено молока базисной жирности (3,4 %) за период опыта, кг	2322,7	2368,6
Получено дополнительно молока базисной жирности (3,4 %) за период опыта, кг	–	45,9
Среднесуточный удой молока базисной (3,4 %) жирности, кг	38,7	39,5
Дополнительный среднесуточный удой базисной жирности, кг	–	0,8
Себестоимость 1 ц молока в хозяйстве (на август 2024 года), руб.*	3375,47	
Цена 1 кг рапсового шрота, руб.	33,84	
Цена 1 кг жмыха личинки чёрной львинки, руб.	110,00	
Себестоимость 1 ц молока с учётом изменения рациона, руб.	3375,47	3395,36
Цена реализации 1 ц молока в хозяйстве, руб.	3681,29	
Выручка от реализации молока, руб.	85505,32	87195,04
Дополнительная прибыль на 1 голову за период эксперимента (60 дней), руб.	–	1689,72

Как видим из таблицы, при замене 550 г рапсового шрота жмыхом личинок чёрной львинки в количестве 350 г, дополнительно на 1 корову можно получить 45,9 кг молока базисной жирности, что при повышении себестоимости молока на 19,89 руб. позволит получить 1689,72 руб. дополнительной прибыли на 1 корову за 60 дней в период раздоя.

Заключение. Замещение в рационе высокопродуктивных коров в период раздоя 550 г рапсового шрота 350 г жмыха личинки мухи чёрной львинки наряду со снижением массы кормовой смеси позволяет за 2 месяца раздоя повысить надой на 2%, оказав слабopоложительное влияние на качество молока, и с учётом разницы стоимости рационов дополнительно получить 1689,72 руб. на голову.

Список литературы

1. Хромова О.Л., Абрамова Н.И. Влияние генотипа на продуктивные признаки коров молочных пород // *АгроЗооТехника*. – 2022. – Т. 5. – № 3. – С. 1-11.
2. Третьяков Е.А. Влияние живой массы ремонтных тёлочек на их последующую молочную продуктивность // *Молочнохозяйственный вестник*. – 2022. – № 4 (48). – С. 108-124.
3. Абрамова Н.И., Хромова О.Л., Селимян М.О., Зенкова Н.В. Современное состояние молочного скотоводства в мире, России и Вологодской области // *АгроЗооТехника*. – 2024. – Т. 7. – № 2. – С. 1-11.
4. Третьяков Е.А. Влияние возраста и живой массы телочек голштинизированной черно-пестрой породы при первом осеменении на показатели последующей молочной продуктивности // *АгроЗооТехника*. – 2024. – Т. 7. – № 2. – С. 1-11.
5. Третьяков Е.А., Мирошкин А.Н., Механикова М.В. Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при скармливании муки из личинки чёрной львинки // *Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2025. – Т. 263. – № 3. – С. 94-99.
6. Некрасов Р.В. К вопросу об использовании личинок черной львинки в кормлении животных // *Комбикорма*. – 2024. – № 5. – С. 41-44.
7. Doroshenko V.A., Khozyaev I.A., Yakovlev D.A. et al. Studying the Thermophysical Characteristics of the Muscle Mass of the Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) as a Drying Object // *Engineering Technologies and Systems*. – 2022. – Vol. 32. – No. 4. – P. 613-629.
8. Лиман С.А., Давыденко Т.М., Лебедев В.Ю., Ушакова Н.А. Перспективность использования личинок черной львинки *Hermetia illucens* в кормах для объектов промышленной аквакультуры // *Достижения науки и техники АПК*. – 2021. – Т. 35. – № 8. – С. 35-39.
9. Makkar H.P.S., Tran G., Henze V., Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2014. – No. 197. – P. 1–33.
10. Sogari G., Amato M., Biasato I., Chiesa S., Gasco L. The potential role of insects as feed: a multi-perspective review // *Animals*. – 2019. – No. 9. – P. 119-120.

ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ КОРОВ И ПРИЧИНЫ ВЫБЫТИЯ ИЗ СТАДА

Троценко И.В., канд. с.-х. наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Пушкин, Россия

e-mail: iv.trotsenko@spbgau.ru

Аннотация. В данной работе представлены сведения по продуктивному долголетию коров голштинской породы высокопродуктивного стада, рассматривается анализ причин выбытия. Исследование базируется на применении зоотехнических и аналитических подходов. Объектом исследования явилось стадо высокопродуктивных коров голштинской породы. Результаты проведенного исследования отражают, что в стаде доля коров, имеющих более 3 отёлов, увеличилась и составляет более 15%, выбытие животных из стада - 34,1...38,6%. Высокая частота выбытия наблюдается у животных по заболеваниям конечностей (22,3...49,4%) и прочим причинам (27,2...48% - болезни пищеварительной системы, различные незаразные болезни, болезни обмена веществ, дыхательной и сердечно-сосудистой системы, старость).

Ключевые слова: продуктивное долголетие, молочная продуктивность, частота и причины выбытия

Наряду с ростом молочной продуктивности продолжительность жизни животных сокращается. Это связано с тем, что сокращение интервала между поколениями коров снижает себестоимость выращивания телок, повышает интенсивность селекции. Однако долголетнее использование высокопродуктивных коров способствует получению ценного потомства, улучшению генеалогической структуры стада (породы) и накоплению генетического потенциала в последующих поколениях [1-3].

Длительное использование высокопродуктивных коров имеет большое экономическое значение, а также играет важную роль в племенной работе со стадом. Использование высокопродуктивных коров в течение 5–6 лактаций позволяет снизить расходы на выращивание и проводить выбраковку малопродуктивных животных в более раннем возрасте [4, 5].

В современных условиях разведения молочного скота продолжительность жизни коров ограничена интенсивностью искусственного отбора, который зависит от воспроизводительных качеств и уровня молочной продуктивности. Повышение продуктивных качеств и одновременное влияние стрессов в условиях промышленной технологии способствует преждевременной выбраковке коров по причине нарушения обмена веществ, которое снижает воспроизводительные качества, повышает частоту травматизма, заболеваний вымени и в целом снижает устойчивость к различным заболеваниям [5, 6].

Анализ причин выбытия коров в нашей стране показал, что до 30% коров выбыли с заболеваниями вымени, до 50% – с заболеваниями копыт и конечностей, до 35% – с нарушениями воспроизводительной функции и лишь 10% – по продуктивности и возрасту [7, 8].

Повышение долголетнего продуктивного использования молочного скота связано с условиями выращивания молодняка, кормления, содержания и уровнем селекционно-племенной работы. Долголетнее использование коров выгодно не только для увеличения производства молока, но и для сокращения потребности хозяйства в ремонтном поголовье. При этом появляется возможность для увеличения объемов реализации племенного скота, ускорения темпов замены поголовья на более продуктивное в других стадах, особенно в товарных [9, 10].

Цель исследования – изучение продуктивного долголетия коров голштинской породы в условиях одного из ведущих племенных заводов Ленинградской области.

Для достижения поставленной цели были решены следующие *задачи*:

- изучить продолжительность хозяйственного использования животных;
- оценить выбытие коров из стада;
- проанализировать причины выбытия коров.

В качестве материала для исследования были использованы данные зоотехнического учета за 2019-2024 гг. по 1150 коровам.

Так, по результатам исследований доля коров, имеющих более 3 отёлов, с 2019 года увеличилась и составляет более 15%, что является хорошим показателем, так как это улучшает условия для ведения племенной работы с молочным стадом и способствует сокращению затрат на его формирование. Средний возраст коров в динамике за анализируемый период 2,2...2,3 отела.

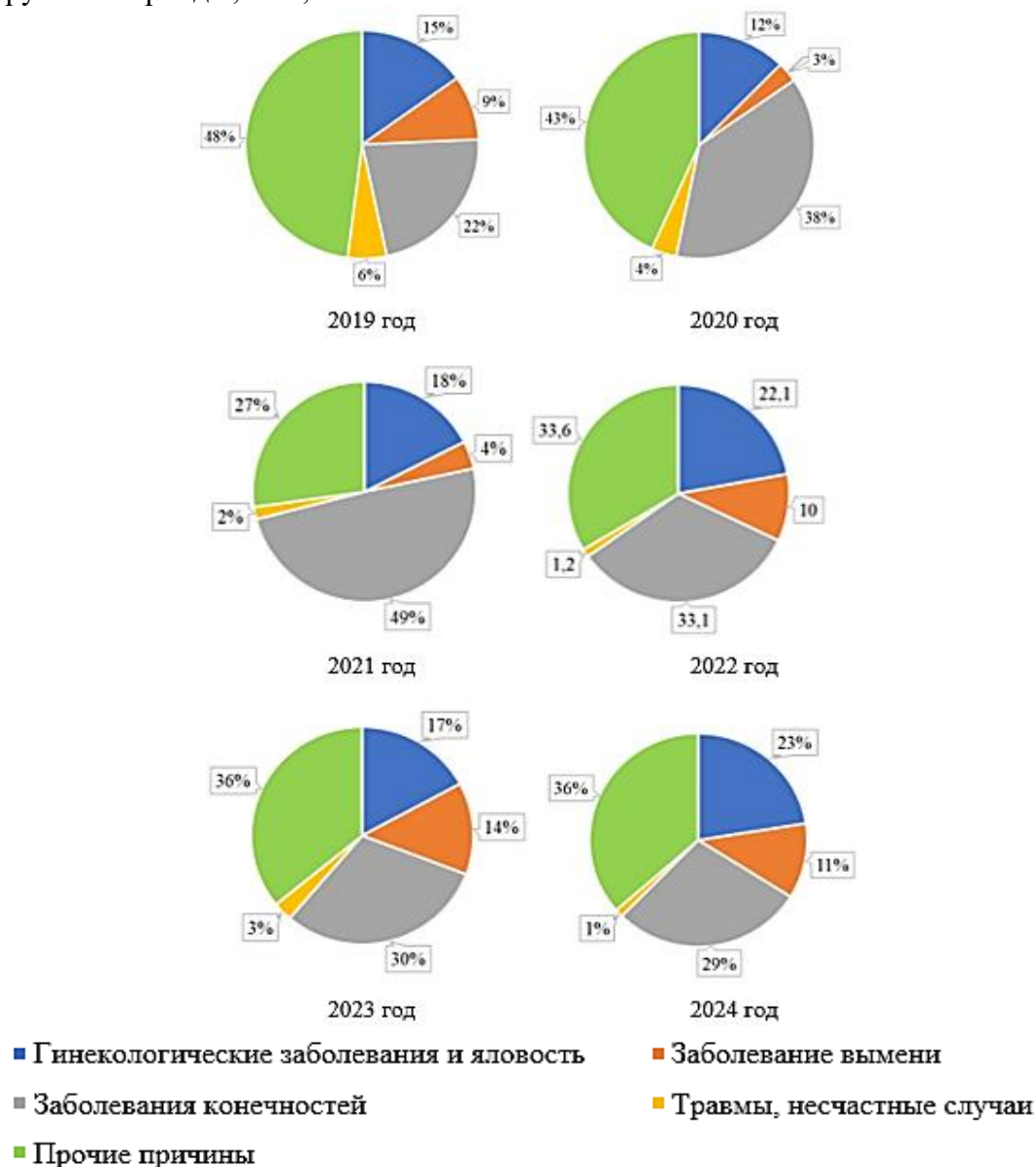


Рис. Причины выбытия коров из стада

Наименьшее количество выбывших коров отмечается в 2020 году (29,5%), в остальное время процент выбытия 34,1...38,6. После первого отела максимальное количество коров выбыло в 2024 году (21,8%, или 94 головы), минимальное – в 2020 году (15,3%, или 52

головы). Следовательно, в данном вопросе предприятию необходимо провести тщательный анализ.

Сравнивая средний возраст выбытия коров, наблюдаем максимальное их пребывание в стаде в 2022 году (3,2 отела), самое короткое время 2,9 отела отмечается в 2024 году.

Самый низкий процент выбытия животных из стада приходится на травмы и несчастные случаи – 1,2...5,4%. Высокая частота встречаемости в стаде наблюдается у животных по заболеваниям конечностей (22,3...49,4%) и прочим причинам (27,2...48% - болезни пищеварительной системы, различные незаразные болезни, болезни обмена веществ, дыхательной и сердечно-сосудистой системы, старость), со средней частотой проявляются в стаде коров гинекологические заболевания и яловость (12,4...22,5%), заболевания вымени у коров менее частые (2,9... 13,7%).

В результате анализа причин выбытия животных (см. рисунок) следует заключить, что при снижении травматизма сохраняются проблемы заболевания конечностей и прочих причин, связанных с высоким уровнем продуктивности коров (средний удой по стаду 11 050 кг, по полновозрастным коровам – 11 492 кг).

Список литературы

1. Бурцева С.В., Гончарова Л.Н. Продуктивное долголетие коров голштинской породы в зависимости от уровня раздоя коров-первотелок // Научное обеспечение животноводства Сибири: сб. науч. тр. – Красноярск: Красноярский науч. центр СО РАН, 2025. – С. 121-125.
2. Басонов О., Кочеткова О.Е., Катков А.В., Сидоров А.А., Мамедов М.С. Продуктивное долголетие коров разных пород в условиях промышленной технологии. – Ниж. Новгород: Нижегородская гос. с.-х. акад., 2022. – 112 с.
3. Казаков Д.С., Баранова Н.С., Белокуров С.Г., Минакова В.В., Иванова О.Е. Продуктивное долголетие и молочная продуктивность коров в зависимости от живой массы при первом отеле // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2025. – № 3 (19). – С. 31-39.
4. Шевелева О.М., Никифорова А.О. Продуктивное долголетие коров голштинской породы в условиях Тюменской области // Вестник Курганской ГСХА. – 2025. – № 2 (54). – С. 55-61.
5. Троценко И.В., Иванова И.П. Взаимосвязи между признаками продуктивности у молочного скота // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 3 (180). – С. 93-100.
6. Иванова И.П., Троценко И.В. Характеристика популяции красной степной породы крупного рогатого скота в стадах Омской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (88). – С. 257-261.
7. Троценко И.В., Иванова И.П. Анализ уровней повторяемости оценок продуктивной способности коров // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 4 (44). – С. 103-114.
8. Иванова И.П., Троценко И.В. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества популяции молочного скота Омской области // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 58-1. – С. 77-82.
9. Иванова И.П., Троценко И.В. Репродуктивные функции коров в зависимости от технологии содержания в условиях Омской области // Главный зоотехник. – 2019. – № 8. – С. 12-19.
10. Иванова И.П., Троценко И.В., Борисенко С.В. Особенности формирования селекционной группы коров // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2 (137). – С. 45-51.

СВЯЗЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕНОТИПОВ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ

Халина О.Л., н.с.,

Гончаренко Г.М., д-р биол. наук, г.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: halinaolga@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения комплексных генотипов генов *CSN3*, *BLG*, *LEP* в стаде коров чёрно-пёстрой породы. При анализе ассоциативных связей генотипов с продуктивностью установлено, что более высокий удой (по первой лактации) имеют коровы с $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}$ генотипом по сравнению с $CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CT}$ и $CSN3^{AA}BLG^{BB}LEP^{CC}$ ($p \leq 0,05$). У коров с генотипом $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CC}$ выявлено наиболее высокое содержание жира в молоке – 4,14%. По содержанию белка в молоке превосходство имеют животные с генотипом $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}$ на 0,18 % в сравнении с $CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CC}$ ($p \leq 0,05$). По второй лактации наиболее высокий удой был отмечен у коров с генотипом $CSN3^{AB}BLG^{BB}LEP^{CC}$ – 8812,0 кг. Минимальный показатель содержания жира в молоке выявлено у коров с генотипом $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CT}$ – 3,73%, самые жирномолочные коровы были с генотипом $CSN3^{BB}BLG^{BB}LEP^{CC}$ – 4,60 %.

Ключевые слова: комплексный генотип, корова, лактация, жир, белок

Введение. Генетические исследования с использованием маркёров разных типов находят всё более широкое применение в практической селекции, особенно в поисковых работах по связи определённых генотипов с продуктивностью животных, их устойчивости к заболеваниям, воспроизводительной способности.

Наиболее приемлемые и достаточно информативные для селекции являются маркёры SNP, которые всё чаще находят практическое применение в качестве эффективного инструментария для решения вопросов по прогнозированию генетического потенциала племенных животных путём выявления «желательных» генотипов, связанных с продуктивностью. Кроме того, в настоящее время, SNP используются для выявления генетических рецессивных мутаций, нивелирование которых позволит снизить «генетический груз» в популяциях.

Учитывая функциональную роль SNP в проявлении фенотипа, интерес представляет их связь с продуктивными качествами, а также изменение частот при жёстком отборе или межпородном скрещивании. Из панели генов-маркёров в молочном скотоводстве большой интерес представляют гены, ассоциированные с удоём и качественным составом молока. К наиболее изученному относится ген *CSN3*, генотип которого $CSN3^{BB}$, как показали многочисленные исследования, связан с повышенным содержанием белка и сыропригодностью [1-3]. Ген *LEP* (лептин) оказывает влияние на содержание жира в молоке, а также репродуктивные способности [4, 5]. Ген *BLG* бета-лактоглобулин, при нагревании имеет особенности реакции с казеином, в результате которой изменяется тепловая стабильность молока и задерживается процесс сычужного свертывания [6, 7].

Учитывая, что количественные признаки определяются комплексом различных генов, целью работы являлось выявить ассоциативные связи с продуктивностью, качественными показателями молока в стаде коров чёрно-пёстрой породы.

Материал и методы. Молекулярно-генетические исследования проведены в лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. Объектом исследования служили коровы черно-пестрой породы. Геномную ДНК выделяли из крови с использованием набора

экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя ООО «НекстБио» (Москва). Качество и концентрацию выделенной ДНК оценивали в 1% агарозном геле методом горизонтального электрофореза с использованием геля документирующей системы E-Box-CX5.TS-20.M, в проходящем ультрафиолетовом свете по флуоресценции бромистого этидия.

Полиморфизм гена *CSN3*, *LEP*, *BLG* определяли по методике ПЦР-ПДРФ, разработанной во Всероссийском НИИ племенного дела [8].

Амплификацию проводили в амплификаторе C1000 «BioRad». Полученные продукты амплификации генов обрабатывали эндонуклеазами рестрикции *Hae* III, *Pst*I, (СибЭНЗИМ, Новосибирск) согласно прописи изготовителя. Визуализацию и идентификацию генотипов определяли электрофорезом в 3 % агарозном геле в УФ-свете.

Результаты и обсуждение. При анализе ассоциативных связей генотипов с продуктивностью установлено, что более высокий удой имеют коровы с *CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}* генотипом - 7341,2 кг, что выше, чем у коров с *CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CT}* генотипом на 866,4 кг, генотипа *CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{TT}* на 1068,9 кг и генотипа *CSN3^{AA}BLG^{BB}LEP^{CC}* на 1994,2 кг ($p \leq 0,05$) (табл. 1). При этом следует отметить, что приоритетность по удою никак не связана с частотой их распространения в стаде.

Таблица 1

Молочная продуктивность коров за 305 дней первой лактации с учетом комплексных генотипов по генам *CSN3*, *BLG*, *LEP*

Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Белок, %
<i>CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CC}</i>	5	6979,8 ± 356,7	4,10 ± 0,248	3,10 ± 0,038
<i>CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CT}</i>	7	6474,8 ± 173,9*	4,16 ± 0,152	3,20 ± 0,038
<i>CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{TT}</i>	6	6272,3 ± 324,8*	3,88 ± 0,048	3,14 ± 0,026
<i>CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CC}</i>	7	6905,3 ± 243,3	4,14 ± 0,089*	3,11 ± 0,083
<i>CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CT}</i>	9	6575,4 ± 486,1	4,06 ± 0,086	3,17 ± 0,012
<i>CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}</i>	5	7341,2 ± 379,8	4,20 ± 0,178	3,28 ± 0,064*
<i>CSN3^{AA}BLG^{BB}LEP^{CC}</i>	3	5347,0 ± 767,7*	3,95 ± 0,127	3,16 ± 0,072
<i>CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{CC}</i>	3	7066,0 ± 733,5	4,11 ± 0,365	3,19 ± 0,029
<i>CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{CT}</i>	7	6994,0 ± 430,4	4,18 ± 0,164	3,24 ± 0,030**
<i>CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{TT}</i>	6	6707,8 ± 871,2	4,02 ± 0,117	3,17 ± 0,018
<i>CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{CC}</i>	8	7181,2 ± 374,1	4,18 ± 0,169	3,23 ± 0,076
<i>CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{CT}</i>	12	6935,8 ± 320,0	4,05 ± 0,082	3,18 ± 0,030
<i>CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{TT}</i>	8	6939,1 ± 430,5	4,17 ± 0,138	3,24 ± 0,049*
<i>CSN3^{AB}BLG^{BB}LEP^{CC}</i>	5	6750,56 ± 561,7	4,05 ± 0,116	3,16 ± 0,037
<i>CSN3^{AB}BLG^{BB}LEP^{CT}</i>	7	6756,3 ± 518,8	4,05 ± 0,133	3,16 ± 0,038
<i>CSN3^{BB}BLG^{AB}LEP^{CC}</i>	5	6885,6 ± 710,8	3,98 ± 0,131	3,13 ± 0,012
Среднее по выборке	104	6791,1 ± 106,1	4,09 ± 0,032***	3,19 ± 0,013*

У коров с генотипом *CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CC}* выявлено более высокое содержание жира в молоке – 4,14%, превышающее данный показатель у коров с генотипом *CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{TT}* на 0,26 %. По содержанию белка в молоке обращают на себя внимание коровы с генотипом *CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CC}*, у которых этот показатель находится на уровне 3,10 %, заметно ниже,

чем у коров с генотипами $CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{CT}$ и $CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{TT}$ на 0,14 % и $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}$ на 0,18 % ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$).

По второй лактации выявленные приоритетные генотипы по удою, содержанию жира и белка в молоке не подтвердились. Более высокий удой был отмечен у коров с генотипом $CSN3^{AB}BLG^{BB}LEP^{CC}$ – 8812,0 кг, что выше, чем у коров с генотипом $CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{CT}$ на 1572,9 кг ($p \leq 0,05$), и на 1607,0 кг – 1699,6 кг, по сравнению с животными генотипов $CSN3^{BB}BLG^{BB}LEP^{CC}$ и $CSN3^{BB}BLG^{AB}LEP^C$ ($p \leq 0,01$) (табл. 2).

Таблица 2

Молочная продуктивность коров за 305 дней второй лактации с учетом комплексных генотипов по генам $CSN3$, BLG , LEP

Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Белок, %
$CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CC}$	4	8359,2 ± 724,9	3,94 ± 0,185	*3,12 ± 0,038**
$CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CT}$	9	8205,8 ± 584,3	4,09 ± 0,115	*3,04 ± 0,082*
$CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{TT}$	3	7372,3 ± 324,8	3,95 ± 0,050	*3,12 ± 0,025***
$CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CC}$	7	8218,8 ± 329,9	3,95 ± 0,089	3,12 ± 0,052**
$CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CT}$	3	7842,7 ± 1058,1	3,73 ± 0,152	2,98 ± 0,181
$CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}$	6	7478,2 ± 441,5	*4,41 ± 0,205**	3,17 ± 0,052*
$CSN3^{AA}BLG^{BB}LEP^{CC}$	4	7716,8 ± 462,5	3,88 ± 0,171	3,17 ± 0,026**
$CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{CC}$	6	7324,0 ± 766,7	3,91 ± 0,097	3,16 ± 0,029**
$CSN3^{AB}BLG^{AA}LEP^{CT}$	7	7239,1 ± 625,0*	4,26 ± 0,099**	3,21 ± 0,038
$CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{CC}$	3	7596,0 ± 649,1	*4,41 ± 0,150**	3,26 ± 0,107
$CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{CT}$	7	7575,4 ± 148,1	3,87 ± 0,140	3,14 ± 0,131
$CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{TT}$	5	7473,8 ± 433,3	4,35 ± 0,137**	3,27 ± 0,062
$CSN3^{AB}BLG^{BB}LEP^{CC}$	3	8812,0 ± 266,9	3,92 ± 0,056	3,17 ± 0,026**
$CSN3^{AB}BLG^{BB}LEP^{CT}$	5	7766,8 ± 595,2	4,22 ± 0,162	3,22 ± 0,038
$CSN3^{BB}BLG^{AB}LEP^{CC}$	5	7112,4 ± 500,6**	4,18 ± 0,124	3,17 ± 0,070
$CSN3^{BB}BLG^{BB}LEP^{CC}$	3	7205,0 ± 520,9**	*4,60 ± 0,249**	3,34 ± 0,059
Среднее по выборке	82	7668,0 ± 135,9*	4,10 ± 0,040*	3,16 ± 0,020**

Наиболее низкое содержание жира в молоке выявлено у коров с генотипом $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{CT}$ – 3,73%, самые жирномолочные коровы были с генотипом $CSN3^{BB}BLG^{BB}LEP^{CC}$ – 4,60 %. Повышенное содержание жира (4,41 %) отмечено у коров с комплексными генотипами $CSN3^{AA}BLG^{AB}LEP^{TT}$, $CSN3^{AB}BLG^{AB}LEP^{CC}$. Различия между крайними вариантами достигает 0,87 % ($p \leq 0,01$). У исследованных животных наблюдается высокая вариативность белка от 2,98 до 3,34 %. Более низкое содержание белка определено у коров $CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CC}$, $CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{CT}$, и $CSN3^{AA}BLG^{AA}LEP^{TT}$ от (3,04-3,12 %) по сравнению с $CSN3^{BB}BLG^{BB}LEP^{CC}$ ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$).

Выводы. Определены приоритетные комплексные генотипы генов $CSN3$, BLG , LEP коров черно-пестрой породы, связанные с удоём, содержанием жира и белка в молоке по первой и второй лактации, которые будут предметом дальнейших исследований в целях подтверждения их влияния на развитие селекционно-значимых признаков молочных коров.

Список литературы

1. Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Плахина О.В., Герасимчук Л.Д., Бамбух В.И., Панков Е.А., Панков С.А. Влияние голштинизации симментальской породы на изменение полиморфизма генов *CSN3*, *BLG* и их связь с продуктивностью и сыропригодностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4 (251). – С. 44-53.
2. Глотова Г.Н., Позолотина В.А. Действие аллельных вариантов гена *CSN3* молока на его состав и физико-химические показатели при переработке творога // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – № 2 (13) – С. 14-19. DOI: 10.36508/RSATU.2021.50.2.002.
3. Панин В.А. Оценка генотипа по генам *CSN3* и *LGB*, влияющим на синтез молочного белка и жира в молоке симментальских коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (81). – С. 197-201.
4. Тюлькин С.В., Шайдуллин Р.Р., Гильманов Х.Х. и др. Влияние породы и генотипа по гену лептина на молочную продуктивность и качество молока коров // Ветеринарный врач. – 2019. – № 3. С. – 52 – 56.
5. Варламова М.И., Шакиров Ш.К., Сафина Н.Ю. и др. Полиморфизм гена лептин голштинской породы крупного рогатого скота // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2020. – № 3 (47). – С. 3-6.
6. Зиннатов Ф. Ф., Хайруллин Д.Д., Зиннатова Ф.Ф. и др. ДНК-тестирование молочных коров по гену бета-лактоглобулин (*BLG*) // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. – 2019. – С. 204-207.
7. Халина О. Л., Авадани Д.А., Гончаренко Г.М. и др. Связь генотипов по генам *BLG*, *IGF1* и *CSN3* с пуховой и молочной продуктивностью алтайской белой пуховой породы коз // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4. – С. 225-234.
8. Калашникова Л.А., Хабибрахманова А.Я., Павлова И.Ю. и др. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота // Лесные Поляны. – 2015. – 33 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-207>

УДК 636.022

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ФОНДА ПОРОД ЛОШАДЕЙ ЧЕРЕЗ БОНИТИРОВКУ

Хлюпко С.Н., аспирант,

Дерхо М.А., д-р биол. наук, проф.

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

e-mail: kaf.himec@sursau.ru

Аннотация. Дана оценка племенной ценности жеребчиков костанайской породы посредством анализа их бонитировки. Установлено, что жеребчики соответствуют породному типу костанайской породы; имеют крепкий тип конституции и типичность в соответствии с породным стандартом. В выборке жеребчиков 2023 и 2024 годов рождения выявляется 25,00 и 33,33% особей, имеющих бонитировочную категорию «I класс». В популяции жеребчиков костанайской породы с 2020 по 2024 годов рождения наблюдается снижение среднего бонитировочного балла на 10,50%.

Ключевые слова: лошади, костанайская порода, бонитировочные классы

Введение. Организация селекционно-племенной работы в условиях сельскохозяйственных предприятий предусматривает оценку потенциальных возможностей

животных по проявлению экономически значимых продуктивных качеств [1, 2]. Для этих целей используют комплекс методов, взаимосвязанных с видом животных и позволяющих провести комплексную оценку племенных и продуктивных свойств, влияющих на направление их дальнейшего использования.

Система признаков для оценки лошадей, как и у других видов сельскохозяйственных животных, сопряжена с направлением их продуктивности (рабоче-пользовательское, продуктивное, спортивное, племенное и т.д.). Она ориентирована на выявление врожденных рабочих качеств животных, напрямую связанных с их происхождением и типичностью [3].

Одной из пород лошадей, выведенной в условиях Северного Казахстана, является кустанайская (костанайская) порода. Она селекционирована на основе казахской породы за счет прилития к ней крови калмыцкой, донской, стрелецкой и др. пород лошадей [4]. Хотя лошади костанайской породы крупнее, чем казахской, но они сохранили от неё крепкую конституцию и адаптированность к степному климату, табунному содержанию.

Костанайская порода является верхово-упряжной и в настоящее время находится на грани исчезновения. Она характеризуется ограниченным генофондом, так как была создана в пределах Костанайской области при использовании ограниченного числа животных. Соответственно, данный факт определял малочисленность племенного ядра [5]. Это определило активацию работы, ориентированной на сохранение её генофонда, а также разведение в зоне Северного Казахстана.

Цель настоящего исследования - оценить племенную ценность жеребчиков костанайской породы посредством анализа их бонитировки.

Материалы и методы. Работа проводилась на базе ТОО «Казак Тулпары» (Республика Казахстан), которое занимается разведением лошадей костанайской породы. Объектом исследования служили жеребчики 2020-2024 годов рождения.

Бонитировка жеребчиков проводилась в соответствии с нормативными документами, регламентирующими перечень проверяемых признаков [6].

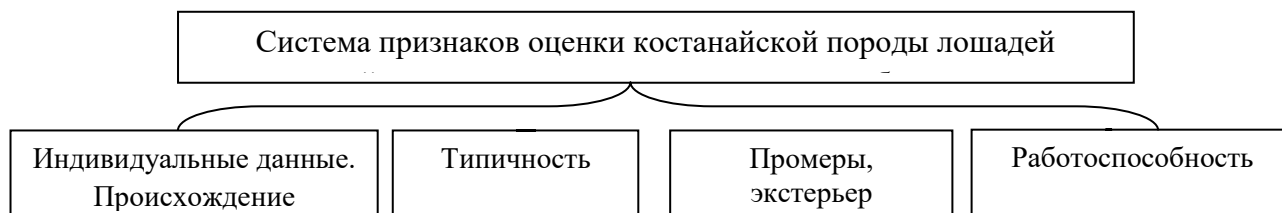


Рис. 1. Система признаков для оценки костанайской породы лошадей

При проведении бонитировки руководствовались требованиями нормативного документа [5], согласно которому каждый признак оценивался по 10-балльной шкале. В бонитировочную ведомость признак «Работоспособность» был внесен только для жеребчиков 2020 года рождения. На основе значений признаков определялся общий бонитировочный балл, величина которого позволяла жеребчика отнести к бонитировочному классу «Элита», «I класс» и «II класс».

Для систематизации и анализа эмпирических данных применялся пакет прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследования. В ходе бонитировки жеребчиков костанайской породы оценивали морфологические, функциональные и племенные признаки, позволяющие объективно определить их пригодность к разностороннему использованию (порода верхово-упряжного направления).

Во-первых, у жеребчиков была произведена оценка происхождения и типичности. Установлено, что все исследованные животные 2020-2024 годов рождения принадлежали к верхово-упряжной породе, имели по матери предков с высокими работоспособными качествами по верховому или упряжному направлению, не было выявлено наличие

инбредной депрессии. Оцениваемые лошади соответствовали стандарту породы по общему складу (взаимосогласованности и соразмерности основных статей тела); масти (рыжая, гнедая); особенностям строения головы, шеи, холки и спины; степени проявления у лошади анатомических и функциональных особенностей, одновременно сближающих её с верховыми и упряжными породами. Жеребчики 2020 и 2021 годов рождения по происхождению и типичности были оценены по выборке со средним баллом «8,00», 2023 года рождения – «7,67 баллов», 2024 года рождения – «7,00 баллов».

Во-вторых, при бонитировке лошадей по признаку «Промеры», в состав которого были включены ключевые промеры (высота в холке, косая длина туловища, обхват груди и пясти) и расчетные индексы (индекс формата, массивности, компактности, костистости), наблюдалась зависимость среднего балла по выборке от года рождения. Жеребчики 2020 и 2021 годов рождения имели средний балл, равный 8,00 баллам, 2023 года рождения – 7,67 баллам, 2024 года рождения – 8,00 баллам.

В-третьих, признак «Экстерьер», включающий поэлементную оценку наружных форм лошадей, имел аналогичную зависимость среднего балла от года рождения жеребчиков.

В-четвертых, признак «Работоспособность» был оценен у жеребчиков 2020 года рождения по верховым качествам. Средний бал по выборке составил 8,00 баллов.

На основании бонитировочных баллов был определен бонитировочный класс каждого жеребчика в соответствии с годом его рождения.

Жеребчики 2020 и 2021 годов рождения были отнесены к классу «Элита I категории», что свидетельствовало о сохранении у них высокого племенного потенциала при допустимом варьировании отдельных показателей. В выборке жеребчиков 2023 и 2024 годов рождения выявлены особи, отнесённые к бонитировочному классу «I класс». Это указывает на наличие у них незначительных отклонений от установленных требований. Доля таких животных составила 25,00 % (2023 г.р.) и 33,33 % (2024 г.р.).

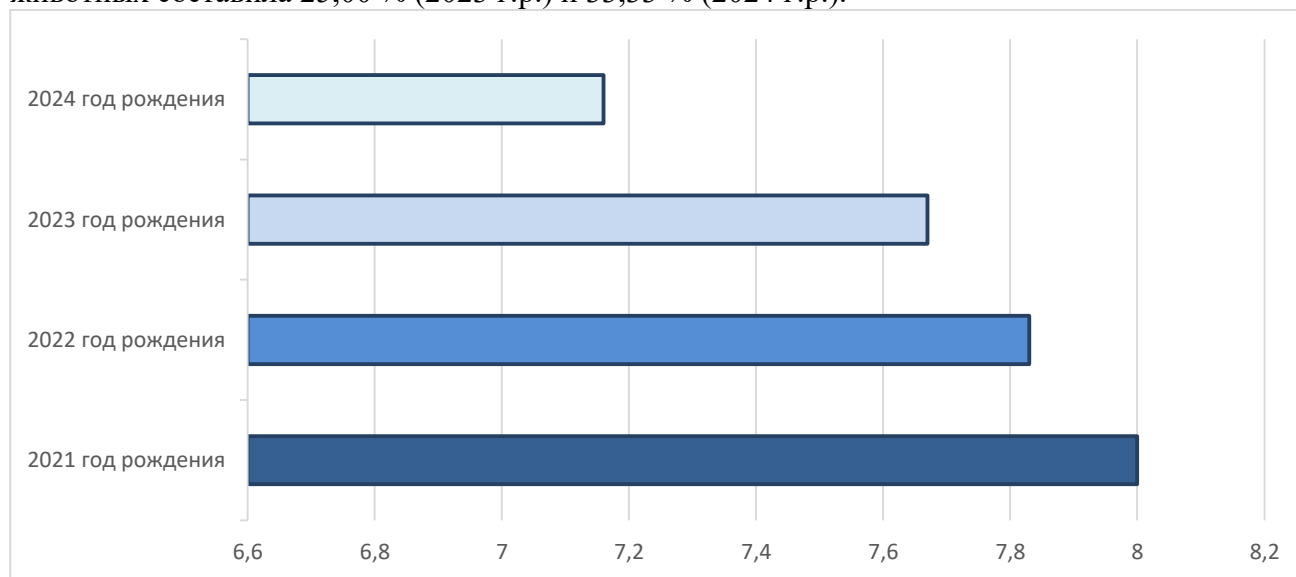


Рис. 2. Средние баллы бонитировки жеребчиков: распределение по годам рождения

На следующем этапе исследования был рассчитан средний бонитировочный балл для выборки жеребчиков, участвовавших в бонитировке, с группировкой по году рождения (рис. 2). Анализ полученных данных показывает, что в популяции жеребчиков костанайской породы племенного хозяйства наблюдается тенденция к снижению среднего бонитировочного балла. В период с 2020 по 2024 г. он уменьшался на 10,50%. Следствием этого является снижение бонитировочного класса особей, что указывает на возможные нарушения в системе селекционно-племенной работы предприятия.

Выводы

1. Жеребчики соответствуют породному типу костанайской породы; имеют крепкий тип конституции и типичность в соответствии с породным стандартом, что подтверждается стабильностью морфологических и экстерьерных характеристик особей.
2. В выборке жеребчиков 2023 и 2024 годов рождения выявляется 25,00 и 33,33% особей, имеющих бонитировочную категорию «I класс».
3. В популяции жеребчиков костанайской породы 2020–2024 годов рождения наблюдается снижению среднего бонитировочного балла на 10,50%.

Список литературы

1. Gritsenko S. et al. Assessment of blood parameters of pigs of different breeds and its interrelation with lifetime animal performance indicators // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2020. – Vol. 29. – No. 5. – P. 1411–1417.
2. Дерхо М.А., Середа Т.И. Некоторые особенности биологического паспорта ремонтных свинок // Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарной медицины: теория и практика: материалы нац. науч. конф. – Челябинск, 2018. – С. 85-90.
3. Бачурина Е.М., Полковникова В.И. Результаты бонитировки лошадей верховых породы их взаимосвязь с работоспособностью // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (81). – С. 201-205.
4. Муслимов Б.М. Разведение по линиям в кустанайской породе лошадей // Племенное дело. – 2000. – № 5. – С. 21-25.
5. Амандыкова А.Б., Брель-Киселева И.М., Сафронова О.С. Селекционная работа с заводскими линиями в кустанайской породе лошадей // Наука и образование. – 2022. – № 3-2 (68). – С. 69-78.
6. Инструкция по бонитировке племенных лошадей [Электронный ресурс]. – URL: <http://plemsk.ru/index.php/dokumenty/napravleniya/>.

<https://doi.org/10.26898/2026-208>
УДК 631.523.11

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕНА VRN-D1 У ЯРОВЫХ ОБРАЗЦОВ AEGILOPS TAUSCHII COSS.

Чепурнов Г.Ю., аспирант,
Гончаров Н.П., акад. РАН, д-р биол. наук, г.н.с.
Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: grigory.tchepurnov@yandex.ru

Аннотация. В работе исследовано 10 образцов *Aegilops tauschii* Coss. – донора генома D полиплоидных пшениц. Исследование касалось определения типа развития (яровой/озимый) растений этого вида, а также изучения молекулярной структуры первого интрона гена *Vrn-D1*, детерминирующего выраженность этого признака. Методами ПЦР и секвенирования по Сэнгеру выявлено три аллельных варианта этого гена: интактный вариант, вариант с делецией 3273 п.н. в первом интроне и ранее не описанный вариант с делецией 4170 п.н. в первом интроне. Мутантные аллели гена *Vrn-D1* контролируют яровой тип развития. Новый аллель представляет интерес для использования в селекции полиплоидных пшениц при создании адаптированных сортов мягкой пшеницы с различной длиной вегетационного периода.

Ключевые слова: *Aegilops tauschii*, ген, *Vrn-D1*, аллельное разнообразие, тип развития, селекция пшеницы, продолжительность вегетационного периода, интрогрессия

Введение. Яровизация – физиологический процесс, при котором воздействие низких температур запускает переход растений от вегетативного развития к репродуктивному и формированию соцветий. Такое явление обеспечивает защиту флоральных меристем от воздействия низкими температурами, поэтому многие злаки цветут не осенью, а весной следующего года, когда условия для этого оптимальны. В то же время яровые формы, не требующие воздействия пониженных температур для индукции цветения и завершающие жизненный цикл с формированием семян в пределах одного вегетационного сезона, характеризуются повышенной приспособленностью к условиям континентального климата умеренных широт (40–60° с.ш.) [3, 4].

У представителей трибы Triticeae центральным элементом регуляции генетического каскада, контролирующего тип развития растений, является локус VRN-1 [3, 4]. Аллельный полиморфизм данного локуса детально охарактеризован у культурных видов рода *Triticum* L., тогда как у доноров элементарных геномов полиплоидных пшениц такие исследования представлены в значительно меньшем объеме. В наибольшей степени это относится к виду *Aegilops tauschii* Coss., что ограничивает выявление ценных аллелей, перспективных для селекции раннеспелых форм. Несмотря на то, что преобладающее число описанных образцов *Ae. tauschii* характеризуется озимым типом развития, были выявлены и яровые образцы, включая формы с коротким вегетационным периодом [1], которые могут существенно расширить возможности селекционеров при создании сортов высоко адаптивных сортов пшеницы.

Растительный материал и методы исследования. В качестве объекта исследования использованы 10 образцов *Ae. tauschii*, характеризующихся различным эколого-географическим происхождением, ранее не изученных по признаку «тип развития». В качестве ярового контрольного использован образец KU-20-6, несущий доминантный аллель гена *Vrn-D1* [6]. Озимый контроль был представлен образцом к-1740[1] с рецессивным аллелем гена *vrn-D1* (табл. 1).

Таблица 1

Происхождение исследуемых образцов <i>Ae. tauschii</i>	
Происхождение	Название
Пакистан (n = 1)	KU-20-6 (яр. контроль)
Афганистан (n = 3)	к-989, к-966, к-1740 (оз. контроль)
Сирия (n = 2)	Ae-11040, к-4570
Дагестан (n = 1)	и-145794
Образцы неизвестного происхождения (n = 5)	к-865, C21-5136, C21-5141, C21-5147, к-1509

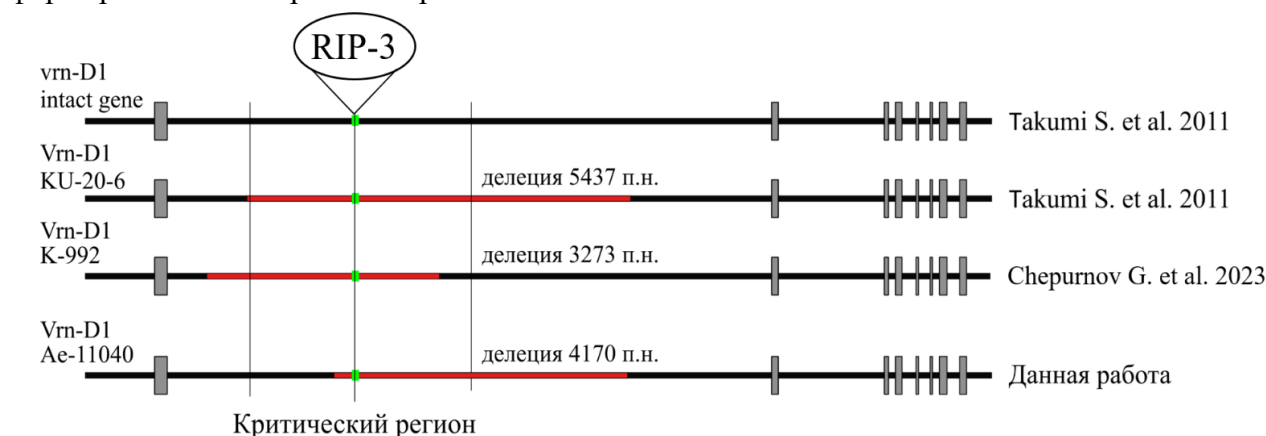
Посев осуществляли в условиях гидропонной теплицы ИЦиГ СО РАН без предварительной яровизации, по 10 семян каждого образца. Растения выращивали при температуре 23–25 °С и длинном 16 ч. дне. Образцы, не перешедшие к колошению, относили к озимому типу развития. Их яровизировали в холодильной камере при температуре 3–4 °С и фотопериоде 16 ч в течение 50 суток. По завершении данного этапа растения вновь переводили в условия 23–25 °С и регистрировали колошение.

Для определения аллелей гена *Vrn-D1* использовали специализированные программы и условия амплификации, а также праймеры, разработанные и апробированные в рамках предыдущих исследований [2, 6]. Секвенирование выполняли при использовании 200 нг ДНК на генетическом анализаторе ABI 3130XL (Applied Biosystems, США).

Результаты исследования. На начальном этапе исследования была проведена оценка типа развития (яровой/озимый) у 10 образцов *Ae. tauschii*. К группе с яровым типом развития отнесены шесть образцов (к-865, C21-5136, Ae-11040, к-989, к-966, к-4570), так как они колосились без яровизации, подобно яровому контролю. Четыре образца не достигли стадии колошения при отсутствии яровизации, аналогично контрольному образцу к-1740, что

указывает на их озимый тип развития (табл. 2).

У всех изученных образцов исследована структура первого интрона гена *Vrn-D1* при помощи ПЦР-анализа с использованием специфичных праймеров, апробированных в предыдущих исследованиях [2, 6]. У всех образцов с озимым типом развития был амплифицирован фрагмент длиной около 6700 п.н., что указывает на интактный аллель гена *Vrn-D1*. У трех яровых образцов указанные праймеры обеспечивали амплификацию укороченных фрагментов: длиной около 3500 п.н. у образца к-865 и около 2600 п.н. у образцов Ae-11040 и C21-5136. Полученные ампликоны для образцов к-865, C21-5136 и Ae-11040 были секвенированы по методу Сэнгера с применением набора перекрывающихся праймерных пар, использованных ранее для анализа первого интрона гена *Vrn-D1* [2]. Сравнение показало, что у образца К-865 в первом интроне гена *Vrn-D1* присутствует делеция длиной 3273 п.н., аналогичная ранее описанной у образца к-992 [2]. У образцов C21-5136 и Ae-11040 выявлен новый аллельный вариант гена *Vrn-D1*, характеризующийся иной делецией в первом интроне, протяжённостью 4170 п.н. Подобно ранее описанной делеции длиной 3273 п.н., обнаруженная структурная перестройка затрагивает участок RIP-3 (см. рисунок) – функционально значимую область, участвующую в регуляции взаимодействия пре-мРНК гена *Vrn-D1* с белком GRP2 [5] и, предположительно, играющую ключевую роль в формировании типа развития растений.



Расположение делеций в первом интроне гена *Vrn-D1*. Критический регион – нуклеотидная последовательность, делеции в которой формируют яровые формы растений пшеницы [4]. Делеции различных аллелей изображены красным цветом, регион RIP-3 – зеленым

У образцов К-989, К-966 и К-4570 при проведении ПЦР был амплифицирован фрагмент длиной 6700 п.н., соответствующий интактной структуре первого интрона гена *Vrn-D1*, характерной для озимых форм. Сводные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования образцов <i>Ae. tauschii</i>		
Образец	Тип развития	Структурные изменения гена <i>Vrn-D1</i>
К-865	Яровой	Делеция 3273 п.н. в первом интроне
Ae-11040	Яровой	Делеция 4170 п.н. в первом интроне
C21-5136	Яровой	Делеция 4170 п.н. в первом интроне
К-989	Яровой	Интактный вариант
К-966	Яровой	Интактный вариант
К-4570	Яровой	Интактный вариант
C21-5141	Озимый	Интактный вариант
C21-5147	Озимый	Интактный вариант
К-1509	Озимый	Интактный вариант
К-145794	Озимый	Интактный вариант

Практическая значимость и перспективы исследования. Обнаруженный ранее не описанный аллельный вариант гена *Vrn-D1*, вероятно, обуславливает формирование ярового типа развития у образцов Ae-11040 и C21-5136. Предполагается, что интрогрессия этого аллеля в геном мягкой пшеницы может оказывать влияние на тип развития растений, а также на продолжительность вегетационного периода новых сортов, обеспечивая возможность адаптивной регуляции фенологических фаз для различных агроэкологических условий (зон возделывания). Яровые образцы К-989, К-966 и К-4570 не содержат протяжённых делеций в интронной области гена *Vrn-D1*, однако могут рассматриваться как потенциальные доноры аллельного разнообразия других генов *Vrn*.

Выводы

1. Выявлен новый аллельный вариант гена *Vrn-D1* у образцов Ae-11040 и C21-5136, который, вероятно, играет ключевую роль в реализации ярового типа развития и может быть вовлечён в регуляцию продолжительности вегетационного периода.
2. Показано, что яровые образцы *Aegilops tauschii*, не содержащие крупных структурных перестроек в интронной области гена *Vrn-D1*, могут представлять ценность как источники аллельного разнообразия генов *Vrn*, расширяя генетическую базу для селекционных программ.
3. Полученные результаты указывают на перспективность использования выявленных аллельных вариантов гена *Vrn-D1* при создании новых сортов пшеницы.

Список литературы

1. Гончаров Н.П., Чикида Н.Н. Генетика типа развития у *Aegilops squarrosa* L. // Генетика. - 1995. - Т. 31. - № 3. - С. 396–399.
2. Chepurnov G.Y. et al. Analysis of the Structural Organization and Expression of the *Vrn-D1* Gene Controlling Growth Habit (Spring vs. Winter) in *Aegilops tauschii* Coss. // Plants. - 2023. - Vol. 12. - No. 20. - P. 3596.
3. Flood R.G., Halloran G.M. Genetics and Physiology of Vernalization Response in Wheat // Advances in Agronomy. - 1986. - Vol. 39. - P. 87–125.
4. Fu D., Szűcs P., Yan L. et al. Large deletions within the first intron in *VRN-1* are associated with spring growth habit in barley and wheat // Molecular Genetics and Genomics. - 2005. - Vol. 273. - No. 1. - P. 54–65.
5. Kippes N., Debernardi J.M., Vasquez-Gross H.A. et al. Identification of the *VERNALIZATION 4* gene reveals the origin of spring growth habit in ancient wheats from South Asia // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2015. - Vol. 112. - No. 39. – P. E5401–E5410.
6. Takumi S., Koyama K., Fujiwara K. et al. Identification of a large deletion in the first intron of the *Vrn-D1* locus, associated with loss of vernalization requirement in wild wheat progenitor *Aegilops tauschii* Coss. // Genes & Genetic Systems. - 2011. - Vol. 86. - No. 3. - P. 183–195.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ КРАСНЫХ СТЕПНЫХ КОРОВ, УЛУЧШЕННЫХ АНГЛЕРСКОЙ ПОРОДОЙ

Шишкина М.А., канд. с.-х. наук, с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: shishkinama@sfsca.ru

Аннотация. Проанализирована продолжительность жизни красных степных коров в 10 поколениях. Оценено влияние прилития англеской крови немецкой селекции. В базу данных вошли около 4 тыс. животных. Установлено, что при общем положительном влиянии на молочную продуктивность, технологические качества вымени, теряются адаптационные способности коров к местным условиям, что приводит к сокращению продолжительности жизни. Можно отметить, что оптимальное поколение по удою и продолжительности жизни было получено в 2011 г. В то же время именно с этого поколения коров начинается рост выбытия по причине заболевания конечностей – 14,8% (+6,3% с предыдущим поколением).

Ключевые слова: красная степная порода, англеская порода, продуктивное долголетие, продолжительность жизни, пожизненный удой

Красная степная порода является одной из лучших отечественных пород для разведения в степной зоне Западной Сибири. Отлично переносит жару, периодические летние засухи и хорошо использует скудный растительный покров степей.

В настоящее время селекционерами Сибири создано два внутripородных типа красного степного скота: с привлечением генетических ресурсов англеской и красной датской пород создан жирномолочный Кулундский тип, а с использованием племенного материала голштинской породы создан обильномолочный Сибирский тип. Животные новых типов лучше отвечают требованиям проводимой технологической модернизации молочных ферм и комплексов, лучше приспособлены к машинному доению, чем особи исходной красной степной породы [1-3].

Интенсификация отрасли молочного скотоводства определяет необходимость получения не только высокотехнологичных животных, но и способных к длительному сроку хозяйственного использования.

В связи с этим целью наших исследований было оценить продолжительность жизни и пожизненную продуктивность красных степных коров при поглотительном скрещивании их с англескими быками.

Работа была проведена в племенном хозяйстве Новосибирской области на высокопродуктивном красном степном скоте Кулундинского типа. В анализ вошли выбывшие коровы, рожденные с 2004 по 2015 г. В течение этого периода в стаде использовалось спермопродукция исключительно импортных англеских быков немецкой селекции. Полученный материал обработан биометрически.

В табл. 1 представлены изменения продолжительности жизни и удоя коров, полученные от поколения к поколению.

Таблица 1

Продолжительность жизни коров в зависимости от года рождения

Год рождения	Кол-во голов	Продолжительность жизни, дни	Пожизненный удой, кг	Удой на день жизни, кг
2004	140	3081±55	10929±702	3,5
2005	204	2472±60	12745±718	5,1
2006	283	1948±46	11614±588	5,9
2007	256	2005±58	12544±735	6,2
2008	545	1754±34	10870±422	6,2
2009	423	1850±38	11445±470	6,2
2010	422	2052±37	12791±489	6,2
2011	385	2071±39	13003±533	6,3
2012	357	1892±35	11775±485	6,2
2013	327	1883±31	11949±477	6,3
2014	315	1772±28	10733±428	6,0
2015	266	1546±27	8773±424	5,6

Можно отметить, что за анализируемый период времени, продолжительность жизни и пожизненный удой претерпевают значительные изменения. Животные, рожденные в 2004 г. имели наименьшую кровность по англеской породе, далее с поглотительным скрещиванием доля крови ежегодно увеличивалась, что приводило к снижению продолжительности жизни, но к росту молочной продуктивности. Это можно проследить до 2011 г. – растет пожизненный удой и увеличивается удой на день жизни. С 2012 г. все показатели начинают падать: долголетие, удой и удой на день жизни. Таким образом, исходя из селекционных процессов, происходящих в стаде, животных, полученных в 2011 г. необходимо разводить «в себе», прекратить использование импортных англеских быков, а для прилития крови, при необходимости, использовать другие разрешённые породы (красная датская, красно-пестрая голштинская).

Достоверно установлено ($P < 0,001$, $P < 0,01$), что пожизненный удой 8773 кг молока и продолжительность жизни – 1546 дней у коров, рождённых в 2015 г., являются наиболее низкими показателями за весь анализируемый период. Лучшими были животные, полученные в 2011 г. удой 13 003 кг молока и 2071 дней соответственно, с наибольшим удоём на день жизни – 6,3 кг.

В табл. 2 показано как менялись основные причины выбытия у коров, рождённых в разные годы.

Таблица 2

Основные причины выбытия у коров, рожденных в разные годы

Год рождения	Кол-во голов	Основные причины выбытия, %				
		болезни			малопродуктивность	старость
		конечностей	вымени	гинекологические		
2004	140	10,7	2,1	25,7	12,1	14,3
2005	204	9,8	3,9	32,8	5,9	8,8
2006	283	6,3	2,4	29,3	24,4	1,3
2007	256	8,3	7,8	23,0	14,4	2,3
2008	545	7,3	4,8	18,5	10,8	1,4
2009	423	8,7	3,0	18,9	6,8	0,5
2010	422	8,5	4,0	19,6	7,5	-
2011	385	14,8	4,9	20,5	7,5	-
2012	357	15,4	3,9	27,4	7,3	-
2013	327	14,3	5,5	24,1	5,2	-
2014	315	13,9	5,0	23,1	4,1	-
2015	266	16,9	10,9	19,1	4,1	-

Данные предоставлены из программы автоматизированного племенного учёта «Селэкс. Молочный скот». В анализ взяты 5 причин выбытия – три по заболеваниям:

конечностей, вымени и гинекологические; две – зоотехнические причины: старость и малопродуктивность.

Выявлено, что коровы, рожденные в 2004 г., в основном выбывали по гинекологическим заболеваниям – 25,7%, старости – 14,3%, малопродуктивности – 12,1%. С увеличением кровности по англерской породе год от года происходит рост выбытия по заболеваниям конечностей – максимальный процент (16,9%) у рожденных в 2015 г. В то же время растет молочная продуктивность животных, а следовательно, уменьшается количество выбывших по причине малопродуктивности (2015 г.р. – 4,1%). Исчезает как причина выбытия старость, что связано со снижением адаптационной способности высококровных коров к местным условиям. Последнее поколение, имевшее причину выбытия старость – 0,5%, это животные, рожденные в 2009 г. Гинекологические заболевания у всех поколений животных, находятся примерно на одном уровне и занимают лидирующие позиции в причинах выбытия.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы: при общем положительном влиянии англерских быков на молочную продуктивность своих дочерей, адаптационные свойства организма с возрастанием кровности снижаются; об этом свидетельствует уменьшение продолжительности жизни, увеличение выбытия по несвойственным породе причинам (рост заболевания конечностей, в то время как красная степная порода позиционирована как отличная пастбищная). Таким образом, при прилитии крови импортных животных, важно вовремя остановиться, не потеряв ценные качества местных пород.

Список литературы

1. Панфилова Г.И. Совершенствование красного степного скота с использованием потенциала айрширской и голштинской пород // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 103 (09). – С. 84-95.
2. Кебедов Х.М. Продуктивные особенности красного степного и голштинизированного скота в условиях республики Дагестан: дис. ... канд. с.-х. наук. – Махачкала, 2020. – 163 с.
3. Петрова М.Ю. Красный степной скот Западной Сибири: прошлое и настоящее. – Омск: ФБГНУ «Омский АНЦ», 2023. – 140 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-210>
УДК 636.5.034:637.411

ДИНАМИКА ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН С УЧЕТОМ ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Яловенко И.Д., аспирант,

Лебедев С.В., д-р биол. наук, чл.-кор. РАН

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН,

Оренбург, Россия

e-mail: yalovenko-02@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния различных форм клетчатки на зоотехнические показатели выращивания кур-несушек, включающие в себя оценку интенсивности яйценоскости и конверсию корма, а также на морфологические показатели яиц, а именно на их составные части. По полученным результатам наибольшую

эффективность проявили препараты «Арбоцел» (нерастворимая клетчатка) и «Фитомуцил» (растворимая клетчатка).

Ключевые слова: клетчатка, пищевые волокна, куры-несушки, яйценоскость, сельскохозяйственная птица

Введение. Продуктивное долголетие кур-несушек и поддержание стабильно высоких показателей яйценоскости и качества яиц на протяжении всего периода эксплуатации являются ключевыми задачами современного птицеводства [1]. В современных условиях птицеводства значительное внимание направлено на период поздней продуктивности кур-несушек (старше 300 дней). В этот возрастной период, сопряженный с естественными процессами старения, наблюдается закономерное снижение яйценоскости и, что не менее важно, ухудшению морфологических и качественных показателей яиц. К последним относятся масса яйца, прочность и толщина скорлупы, высота и стабильность белка, которые являются ключевыми факторами товарной и инкубационной ценности.

Актуальной задачей остается поиск действенных и безопасных методов корректировки питания для нивелирования возрастных изменений. Одним из многообещающих направлений является применение разнообразных типов пищевых волокон [2]. Если ранее клетчатка воспринималась как инертный компонент корма, то сегодня ее роль как важного функционального элемента рациона неоспорима [3]. Она способна активно влиять на микробиоту кишечника, улучшать процессы переваривания и усвоения питательных веществ, а также оказывать позитивное воздействие на метаболизм и общее состояние здоровья птицы [4]. Однако влияние клетчатки на продуктивные показатели, особенно на морфологические характеристики яиц, остается недостаточно изученным и часто вызывает дискуссии. Это обусловлено различиями в источниках клетчатки, ее физико-химическими свойствами и концентрацией в рационе.

Таким образом, целью настоящего исследования является изучение динамики зоотехнических показателей и морфологических характеристик яиц у кур-несушек в возрасте более 300 суток при включении в их рацион различных типов пищевых волокон.

Материал и методика исследований. Объектом исследования выступали куры-несушки породы Хайсекс Браун в возрасте от 330 до 360 суток.

Комплексные исследования были проведены на базе отдела кормления сельскохозяйственных животных им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Схема эксперимента. Для проведения исследований методом групп-аналогов были сформированы 5 групп по 35 голов из кур-несушек в каждой.

Для приготовления комбикорма использовался метод ступенчатого смешивания.

Контрольная группа содержалась на основном рационе, который сбалансирован по макро-, микроэлементам и витаминам, что соответствует рекомендациям ВНИТИП. В рацион I опытной группы за счет зерновой части вводили препарат «Целлюлоза микрокристаллическая» в дозе 1 г/кг корма, во II опытную – препарат «Арбоцел» в дозе 5 г/кг, III опытную – препарат «Фибраксин» в дозе 1,5 г/кг, IV опытную – препарат «Фитомуцил» в дозе 2,5 г/кг.

Условия кормления и содержания соответствовало рекомендациям по работе с кроссом Хайсекс Браун [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Зоотехнические показатели кур-несушек, представлены на рис. 1.

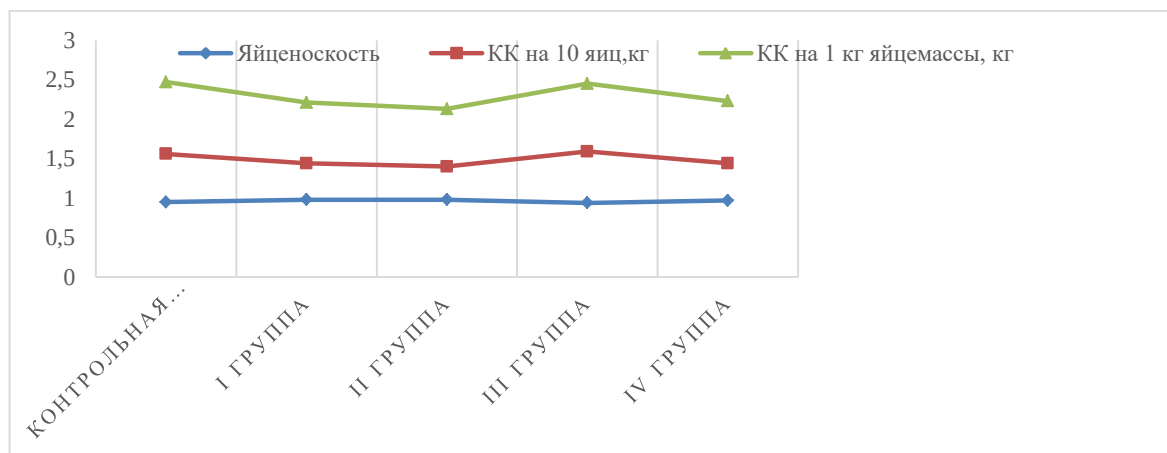


Рис. 1. Зоотехнические показатели кур-несушек

Интенсивность яйценоскости в опытных группах, за исключением третьей опытной группы, была выше по сравнению с контролем на 2-3%. По расчетам конверсии корма лидировали вторая опытная группа на 11 % - на 10 яиц и на 14 % - на 1 кг яйцемассы, а также преимущество по экономии корма была у четвертой опытной группы на 8 и 10 % соответственно этим показателям. Пищевые волокна в рационе птицы делятся на растворимые и нерастворимые. Растворимые замедляют пищеварение, улучшая усвоение питательных веществ, а нерастворимые очищают кишечник. Кроме того, клетчатка продлевает чувство насыщения. Совокупность этих эффектов ведёт к росту яйценоскости и улучшению конверсии корма.

Средняя масса яиц в опытных группах была выше контрольных значений и варьировалась от 2 до 7 %. Расчет относительного содержания составных частей яиц (рис. 2) показал, что масса белка и желтка в I группе был выше на 1,25 и 11,9 %, во II группе на 7,5 и 2,4 %, в III группе на 1,9 и 3,5 % и в IV группе на 10 и 1 % в сравнении с контрольной группой.

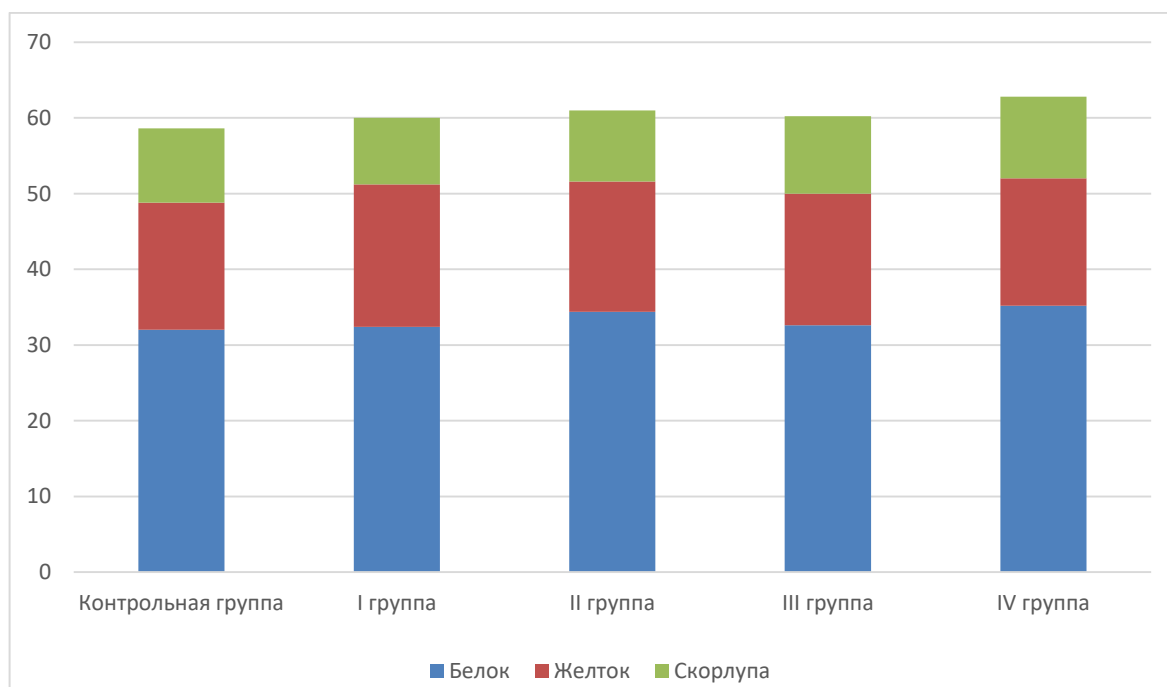


Рис. 2. Масса составных частей яиц кур-несушек

Масса скорлупы превышала контрольные значения, только в третьей и четвертой опытных группа соответственно на 4 и 10 %, в первой и второй опытных группах вес были ниже значений контрольных птиц на 10 и 5 %.

Добавление разных форм пищевых волокон в рацион сельскохозяйственной птицы способствует лучшему усвоению основных питательных нутриентов, таких как протеин, жиры, углеводы, а также витаминов и минералов, за счет своих строений и функций на организм, это в свою очередь приводит к использованию большего количества ресурсов на формирование яйца.

Выводы. Положительное воздействие, выявленное при добавлении различных форм пищевых волокон в рацион кур-несушек, способствует расширению научных представлений о биологическом воздействии клетчатки на организм и подтверждает ее перспективность в качестве кормовой добавки.

По полученным результатам, можно сделать вывод, что использование препаратов «Арбоцел» (нерастворимая клетчатка) и «Фитомуцил» (растворимая клетчатка) оказали наибольший эффект на интенсивность яйценоскости, конверсию корма и коэффициент переваримости питательных веществ.

Научные исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда № 25-16-00259.

Список литературы

1. Singh A.K., Kim W.K. Effects of Dietary Fiber on Nutrients Utilization and Gut Health of Poultry: A Review of Challenges and Opportunities // *Animals (Basel)*. – 2021. – Vol. 11 (1). – P. 181. DOI: 10.3390/ani11010181.
2. Jha R., Mishra P. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review // *J Anim Sci Biotechnol*. – 2021. – Vol. 12 (1). – P. 51. DOI: 10.1186/s40104-021-00576-0.
3. Patt A., Halle I., Dudde A., Olbrich A., Sieburg-Rockel J., Krause E.T. Influence of different dietary fibre contents in the diet on feather pecking, locomotor activity and performance of laying hens // *Br Poult Sci*. - 2022. - Vol. 63 (5). – P. 571-580. DOI: 10.1080/00071668.2022.2076212.
4. Morgan N.K., Wallace A., Bedford M.R., González-Ortiz G. Impact of fermentable fiber, xylo-oligosaccharides and xylanase on laying hen productive performance and nutrient utilization // *Poult Sci*. - 2022. - Vol. 101 (12). – P. 102210. DOI: 10.1016/j.psj.2022.102210.
5. Хмельницкая Т.А., Саппинен С.В., Трошкова О.А. и др. Руководство по работе с птицей кросса Хайсексбраун. - Кашино, 2007. - 78 с.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОДУКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРОВ В ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Яранцева С.Б.^{1,2}, канд. с.-х. наук, доцент

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: yarantsevasb@sfsca.ru

Аннотация. Дана оценка хозяйственно-полезных признаков очередного поколения животных голштинской, черно-пестрой и красной степной пород, разводимых в условиях Сибири. В результате исследований выявлено, что максимальная продолжительность хозяйственного использования коров составила 2400,8 дней у животных голштинской породы, что достоверно ($P < 0,05$) на 134,1 дней больше, чем у коров красной степной породы. Черно-пестрые коровы использовались в стаде на 410,7 дней меньше голштинских сверстниц ($P < 0,001$). Различия между животными черно-пестрой и красной степной пород по срокам хозяйственного использования (276,6 дней) оказались высокодостоверными ($P < 0,001$).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская, черно-пестрая и красная степная породы, продолжительность хозяйственного использования, молочная продуктивность, живая масса

Основной задачей современного скотоводства является увеличение молочной продуктивности коров. Ведется целенаправленная селекция черно-пестрой, голштинской, симментальской и красной степной пород скота на повышение удоя. Однако с повышением молочной продуктивности коров происходит и повышение требований к технологиям кормления и содержания животных. В случае несоответствия этих условий потребностям коров, происходит сокращение сроков их хозяйственного использования [1-3]. Ранее выбытие коров из стада, не позволяет точно оценить племенную ценность животных, получать достаточное количества ремонтного молодняка и иметь рентабельное производство молока.

Коровы должны сохранять высокую продуктивность и нормальную воспроизводительную способность в течение 8-10 лактаций. Однако фактическая продолжительность продуктивного использования коров в молочных комплексах в 3-4 раза меньше [4]. С увеличением срока продолжительности жизни коров окупаемость затрат на их выращивание и содержание закономерно возрастает. Поэтому первостепенной задачей селекции является создание стад и типов животных, пригодных к усиленной и длительной эксплуатации в условиях интенсивной технологии. Для ее решения особый интерес представляет изучение воздействия различных факторов на продуктивное долголетие коров.

Существуют две большие группы факторов, оказывающих непосредственное влияние на продолжительность использования коров, это генетические и паратипические [5-8]. Принадлежность животных к линии, является одним из первостепенных генетических факторов, который оказывает влияние продуктивное долголетие коров. Также высокую долю влияния оказал генотип быков-отцов на продолжительность жизни коров-дочерей. И все-таки определяющим фактором остается уровень кормления, как в период формирования организма животного, так и в процессе его эксплуатации.

В результате исследований дана оценка хозяйственно-полезных признаков очередного поколения животных голштинской, черно-пестрой и красной степной пород, разводимых в условиях Сибири.

Исследования проведены по данным зоотехнического и племенного учета в ОС «Элитная» Новосибирского района Новосибирской области на коровах голштинизированной черно-пестрой породы, в ОАО «Надежда» Баганского района Новосибирской области на коровах красной степной породы и на животных голштинской породы в ООО «МР» (Молочная река) Иркутской области.

Характеристика коров различной породной принадлежности отражена в табл. 1.

Таблица 1

Хозяйственная характеристика коров различной породной принадлежности

Порода	Количество коров, голов	Удой за 305 дней 1 лактации, кг	Содержание молочного жира 1 лактация, %	Содержание молочного белка 1 лактация, %	Средний возраст коров, отелов
Голштинская	620	7726	3,91	3,13	3,5
Черно-пестрая	250	7639	4,07	3,23	3,4
Красная степная	1000	6521	4,43	3,59	4,3

Высокой молочной продуктивностью в первую лактацию отличались коровы голштинской и черно пестрой пород (7726 и 7639 кг молока соответственно), сверстницы красной степной породы уступали им на 1205 и 1118 кг. Однако первотелки красной степной породы показали максимальную жирномолочность и содержание белка – 4,43 и 3,59 %. Также продолжительность использования коров красной степной породы оказалось больше чем у голштинских сверстниц на 0,8 отелов, а у черно-пестрых коров - на 0,9 отелов.

Производственное использование коров, различной породной принадлежности отражено в табл. 2.

Таблица 2

Производственное использование коров различной породной принадлежности

Порода	Продолжительность хозяйственного использования коров, дни	Продолжительность продуктивного использования коров, дни	Возраст 1-го плодотворного осеменения телок, мес.	Живая масса телок при первом плодотворном осеменении, кг
Черно-пестрая	1990,1±68,4	1246,2±66,8	15,2±0,18	423,4±2,70
Голштинская	2400,8±32,2	1562,0±31,1	19,1±0,20	389,0±1,46
Красная степная	2266,7±47,9	1286,4±45,7	23,0±0,21	407,6±1,52

Установлено, что максимальная продолжительность хозяйственного использования коров составила 2400,8 дней у животных голштинской породы, что достоверно ($p < 0,05$) на 134,1 дней больше, чем у красных степных коров. Черно-пестрые коровы использовались в стаде на 410,7 дней меньше голштинских сверстниц ($p < 0,001$). Различия по срокам хозяйственного использования животных черно-пестрой и красной степной пород (276,6 дней) также оказались высоко достоверными.

Первое плодотворное осеменение у телок изучаемых стад происходит в разном возрасте (15,2-23,0 мес.), что обусловлено разной интенсивностью их выращивания. Животные красной степной породы растут менее интенсивно, поэтому их осеменили в возрасте 23 мес., что достоверно выше, чем у сверстниц голштинской на 3,9 мес. ($p < 0,001$) и на 7,8 мес. в сравнении с телками черно-пестрой пород ($p < 0,001$).

Меньшей живой массой, на момент первого оплодотворения, характеризовались (389 кг) телки голштинской породы. При этом живая масса сверстниц черно-пестрой и красно-степной пород достоверно больше соответственно на 34,4 и 18,6 кг ($p < 0,001$).

Список литературы

1. Быкова О.А., Чеченихина О.С., Лоретц О.Г., Степанов А.В., Смирнова Е.С., Аксенова О.Н., Быкова О.А. Повышение продуктивного долголетия коров в условиях интенсивной технологии производства молока: научно-практические рекомендации. – Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2020. – 92 с.
2. Амерханов Х.А., Шховец Г.С., Колдаева Е.М., Прохоров И.П. Сохранение генетического разнообразия крупного рогатого скота - основа успешного развития животноводства // Молочное и мясное скотоводство. - 2023. - № 1. - С. 3-6.
3. Татуева О.В., Кольцов Д.Н. Влияние голштинизации на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в условиях Смоленской области // Российская сельскохозяйственная наука. - 2023. - № 4. - С. 56-61.
4. Басонов О.А., Павлова О.Е. Зависимость продолжительности хозяйственного использования коров от уровня молочной продуктивности // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2017. - № 4. - С. 103-107.
5. Штырева И.В., Рудишина Н.М. Продолжительность хозяйственного использования и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы приобского типа с разными причинами выбытия // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2015. - № 6. - С. 89-92.
6. Юмагузин И.Ф., Аминова А.Л., Седых Т.А. Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность дочерей голштинских быков производителей с разными вариантами генотипа каппа-казеина // Аграрная наука. - 2022. - № 1. - С. 60-63.
7. Часовщикова М.А., Садыкова Я.А. Влияние некоторых генотипических факторов на продуктивное долголетие и пожизненную молочную продуктивность коров голштинской породы // Мир Инноваций. - 2023. - № 1. - С. 33-39.
8. Яранцева С.Б. Увеличение периода хозяйственного использования коров породы Сибирячка // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2017. - Т. 47. - № 5. - С. 57-63.
9. Часовщикова М.А., Козлов К.А. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста и живой массы при первом осеменении // Агропродовольственная политика России. - 2021. - № 4. - С. 37-40.

<https://doi.org/10.26898/2026-212>
UDK 636.52/58.087.8.033

THE EFFECT OF ADDING THE PROBIOTIC SUPPLEMENT PROMOIS ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS

Omar Hussein Ali, Candidate of Agricultural Sciences

Department of Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Diyala, Iraq
e-mail: omar7488@uodiyala.edu.iq

Abstract. The article presents the results of using the probiotic supplement Promois in the feeding of broiler chickens and its effect on their productivity. Two cases of broiler chicken feeding were studied: in the first case, a standard diet was used, and in the second case, an imported biological enhancer containing *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, and yeast was added to the feed at a rate of 1 kg per ton of feed. The results of statistical analysis showed that the use of the Promois supplement improved the body weight and feed consumption at 4 and 6 weeks of age. The results also confirmed the superiority of the imported probiotic Promois treatment over the control group in terms of feed conversion ratio at 4 and 6 weeks of age. Additionally, the results

showed a significant effect of the imported probiotic in reducing mortality and increasing survival rates of chickens compared to the control group at 6 weeks of age.

Keywords: broiler chickens, compound feed, Promois probiotic preparation, productivity indicators

Introduction. Digestive efficiency in birds depends on the bacterial flora naturally present in their digestive tract. Therefore, probiotic supplements are believed to be one way to boost beneficial intestinal microflora in birds to improve digestion. Probiotics, also known as bioboosters, are microorganisms given to animals and poultry to replenish beneficial bacteria in the intestines and combat harmful microorganisms. Furthermore, certain types of bacteria used in probiotics break down nutrients into small molecules that are easily absorbed by the body and release enzymes and beneficial substances such as proteins and amino acids. Probiotics are either individual microorganisms or a mixture of them that influence the balance of intestinal flora, maintaining balance and inhibiting the growth of harmful microbes. In addition, probiotics produce enzymes and substances that fight bacteria such as organic acids and toxic bacteria, promoting the balance of intestinal flora by inhibiting pathogenic organisms and stimulating changes in the immune system, as well as synthesizing vitamins and metabolic energy within cells to improve digestion. The use of organic acids contributes to reducing the production of mycotoxins produced by bacteria and prevents morphological changes in the intestinal walls, thereby reducing harmful bacterial organisms and decreasing the destruction of mucosal cells. In addition, organic acids are added to chicken feed to enhance productive performance, thus playing a positive role as antibiotics. In recent research, a comparison is made between the effect of organic acids and the antibiotic Flavomycin on the performance of chickens, and the effect of this on their quality and digestive health. The pH level of the intestine changes based on the acidity ratio [1-9].

Materials and methods. This study was conducted at Ghasiba commercial farms located in the Baladruz district of Diyala province. Six hundred one-day-old Hubbard chicks, a commercial and non-hybrid breed, were used. These chicks were randomly divided into two groups, each containing 300 chicks. Each group was divided into five replicates, with 60 chicks per replicate. The weight of each chick was approximately 41 grams. At the beginning of the study, starter feed was used for three weeks, then replaced with grower feed until the end of the experiment, which lasted until the chicks reached six weeks of age.

Table 1
shows the components of the poultry feed (1-21 days) and (21-42 days) used in the experiment, as well as their calculated chemical composition.

Feed materials	Starter feed	Finisher feed
Yellow corn	54.5	59
Soybean meal	38.5	33
Feed mixture	3	3
oil	3	4
salt	0.7	0.7
linestone	0.3	0.3
Total	100	100

The calculated chemical composition:

% (Crude protein (6.25*N	21.6	19.5
(Metabolizable energy (kcal/kg3030	2924	3030
Metabolizable energy/crude protein ratio	135.4	155.5
% Lysine	1.18	1.01
% Calcium	1	0.95
% Phosphorus	0.46	0.45
% Methionine+cysteine	0.78	0.72
% Crude fiber	3.8	3.6
% Methionine	0.42	0.39
% Linoleic acid	2.01	2.3

A mixture of vitamins, minerals, and amino acids carried on a plant protein source used as a substitute for protein concentrates produced by the Middle Euphrates Laboratory. One kilogram of this mixture provides 000.12 international units of vitamin A, 500.2 international units of vitamin D3, 40 mg of vitamin E, 3 mg of vitamin K3, 5.2 mg of vitamin B1, 62 mg of vitamin B2, 12 mg of vitamin B6, 0.2 mg of vitamin B12, 40 mg niacin, 12 mg pantothenic acid, 5.1 mg folic acid, 10.0 mg biotin, 510 mg choline, 8.4 mg calcium, 18.3 g phosphorus, 2.1 g sodium, 50 mg manganese, 50 mg iron, 80 mg zinc, 10 mg copper, 25.0 mg cobalt, 5.0 iodine, 2.0 mg selenium, 81.0 mg methionine, 100 mg antioxidant.

Used feed analysis tables according to NRC (1944) [10]. In the first experiment, traditional control feed was used without any additives. In the second experiment, an imported probiotic supplement containing *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, and yeast was added at a rate of 1 kg per ton of feed throughout the experiment. This continued throughout the 6-week trial period. Feed and water were freely available throughout the trial. The following traits were monitored at 4 and 6 weeks of age: body weight, feed intake, feed conversion ratio, percentage of culling, and percentage of mortality. A completely randomized design (5×2) was used to evaluate the differences between treatments, and Duncan's multiple range test was applied as mentioned by the researchers [10].

Results and discussion. Data reflecting the effect of the probiotic supplement (Probiotic Promois) on feed intake (g) and body weight (g) at 4 and 6 weeks of age are presented in Table 2.

Table 2

Effect of the probiotic supplement (Probiotic Promois) on feed intake (g) and body weight (g) at 4 and 6 weeks of age.

Treatments	Feed consumption/week		Body weight/week	
	6	4	6	4
Control	2.452b	1.358b	3.900b	1.198 b
Probiotic Promois	2.662a	1.491 a	3.870a	0.903 a
Insignificant differences	0.01	0.01	0.01	0.01

*Averages with identical letters in the same column indicate no significant differences between them at a 5% probability level.

Table 2 shows the effects of the control group and the imported biofortified feed on body weight and feed intake at 4 and 6 weeks of age. The results of the statistical analysis of the data in this table indicate significant differences ($P < 0.01$) between the treatments at these two ages. The treatment with the bio-enhancer showed a clear superiority over the control group in the two traits studied for broiler chickens. These results indicate that probiotics outperform the control treatment in broiler nutrition, which has been confirmed by researchers [11] who observed a significant improvement in weight and feed consumption in broiler chickens when probiotics were used. It helps reduce harmful bacteria and decrease the production of metabolic toxins, which improves the digestion of protein, calcium, phosphorus, magnesium, and zinc. Acetic acid also plays an important role in enhancing the availability of many vitamins and amino acids, making it a good growth stimulant that leads to weight gain. In addition, vinegar is considered an appetizing substance that promotes feed consumption, which ultimately contributes to weight gain.

Data characterizing the effect of a biological stimulant (Probiotic Promois) on the feed conversion ratio, measured in kilograms of feed per kilogram of body weight gain, at the age of 4 to 6 weeks, are shown in Table 3.

Table 3

Effect of the biological enhancer (Probiotic Promois) on the feed conversion ratio, measured in kilograms of feed per kilogram of weight gain, at 4 to 6 weeks of age.

Treatments	Feed conversion factor/week	
	4	6
Control	1.15 c	1.59 c
Probiotic Promois	1.65b	1.45 b
Insignificant differences	0.01	0.01

*Averages with the same letters in the same column indicate no significant differences between them at a 5% probability level.

Table 3 shows statistically significant differences ($P < 0.01$) in feed conversion ratios at four and six weeks of age. Significant differences were observed between the probiotic treatment and the control treatment, with the probiotic treatment significantly outperforming ($P < 0.01$) the control treatment in feed conversion ratios at four and six weeks of age. However, this is consistent with [12], who reported a numerical decrease in the feed conversion ratio when probiotics were used as a dietary supplement (as a probiotic), as probiotics enhance protein digestion and support metabolic processes, leading to an improvement in the feed conversion ratio.

Data reflecting the effect of the biological stimulant (Probiotic Promois) on mortality and survival rates at the age of eight weeks are presented in Table 4.

Table 4 shows that all treatments used in the current experiment, although the mortality rate at 6 weeks of age is within normal limits. However, the probiotic treatment revealed a significant decrease ($P < 0.01$) when compared to the control treatment. This decline is due to the improvement in the overall health of the birds, as beneficial bacteria contribute to a significant reduction in mortality rates by increasing chick activity. This is due to the important role these organisms play in reducing stress and boosting immunity, in addition to their ability to inhibit the growth of pathogens.

Table 4

Effect of the biological enhancer (Probiotic Promois) on mortality and survival rates at eight weeks of age.

Treatments	Percentage of clearance at 6 weeks of age	Percentage of 6-week-old deaths
control	70.15 c	1.80 c
Probiotic Promois	72.20 a	0.40 a
Insignificant differences	0.05	0.01

*Averages with the same letters in the same column indicate no significant differences between them at a 5% probability level.

The statistical analysis in Table 4 showed that the net weight at 6 weeks of age was different from what we found for the feed conversion ratio. The treatment with the bioactive enhancer significantly ($P < 0.05$) outperformed the control group. This is because the probiotic (Probiotic Promois) improves digestion by secreting certain enzymes and other beneficial elements such as proteins and amino acids. This, in turn, helps break down food into small molecules that are easily absorbed by the body, naturally leading to weight gain and increased feed conversion [13].

Conclusions and recommendations. Based on the results of this study, we can conclude the following:

1. When the probiotic supplement (Probiotic Promois) is added to broiler feed, better results are seen in body weight and feed consumption compared to the control group.
2. Treatment with the probiotic supplement achieved superior results compared to the control group in terms of feed conversion efficiency, higher product purity, and reduced mortality rate.

Based on these conclusions, we recommend the following:

1. Try using the bio-enhancer (Probiotic Promois) because it's cheap and easy to find.

2. Do more experiments with different concentrations of bio-enhancers (Probiotic Promois).
3. Do experiments to compare local bio-enhancers, either individually or in combination.

References

1. Muzaffer D., Okan F., Celik K. The influence of dietary probiotics, organic acids, and antibiotics on growth and meat yield // Pakistan Journal of Nutrition. - 2003. - Vol. 2. - No. 2. - P. 89-91.
2. Green A.A., Sainbury D.W.B. Probiotics and their impact on poultry product quality // XV European Symposium on Poultry Meal Quality, Kusadasi, Turkey, September 9-12, 2001. P. 245-251.
3. Tamminga S. Biotechnology's role in enhancing animal nutrition // Mededelingen van degenet. - Vol. 55. - P. 1373.
4. Anuradha S., Rajeshwari K. The effect of probiotics on health and disease // JIACM. - 2005. - No. 6. - P. 67-72.
5. Fooks L.J., Gibson G.R. Probiotics and their effects on gut flora // British Journal of Nutrition. - 2002. - Vol. 88. - P. 39.
6. Gruzauskas R., Semaskaite A. The impact of *Pediacoccus acidilactici* and prebiotic fructo-oligosaccharides on growth and digestion in broiler chickens. - 2006. - P. 200-202.
7. Langhot B. Innovative additives in broiler chicken feed // Pakistan Journal of Nutrition. - 2000. - Vol. 1. - P. 24-27.
8. Al-Bayati, Majid Hamid Rashid. The Effect of Microbial Exposure to *Lactobacillus* and Flora Al-Awarin on the Productive Performance of Broiler Chickens, Master's Thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, 2002.
9. Esteive G.E., Brufan J., Perez V.A.M. The bioefficacy of enzyme preparations containing beta-glucanase and xylanase in barley or heat-based broiler diets, combined with flavomycin // Poultry Science. – 1997. Vol. 76. – P. 1728-1737.
10. N.R.C., National Research Council, "Poultry Nutrient Requirements," National Academy Press, Washington, D.C., USA, 1994.
11. Al-Zubaidi, Suhaib Samir Alwan, Poultry Management, Basra University Press, University of Basra, Iraq, 1986.
12. Al-Rawi, Khash'a Mahmoud, Introduction to Statistics, Mosul University Press, University of Mosul, Faculty of Agriculture and Forestry, Iraq, 2000.
13. Al-Rawi, Khash'a Mahmoud, Introduction to Statistics, Mosul University Press, University of Mosul, Faculty of Agriculture and Forestry, Iraq, 2000.

Секция 6

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

<https://doi.org/10.26898/2026-213>
УДК 619:616-093-098

ОСНОВНЫЕ СТРОНГИЛЯТОЗЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Айбеков А.А.^{1,2}, аспирант

Научный руководитель – Кокколова Л.М.^{1,2}, д-р вет. наук, г.н.с., зав. лабораторией

¹Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова –
обособленное подразделение Федерального исследовательского центра
«Якутский научный центр СО РАН», Якутск, Россия

²Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина,
Бишкек, Киргизская Республика
e-mail: argenaibekov2@gmail.com; kokolova_lm@mail.ru

Аннотация. К настоящему времени в пищеварительном тракте лошадей якутской породы наиболее распространенными гельминтами являются представители подотряда Strongylata, семейства Strongylidae и Trichonematidae, зараженность животных составляет до 100%. Личинки трихонематид, стронгилят развиваются в слизистой оболочке кишечника, количество достигает десятка тысяч экземпляров, при этом вызывают воспаление слизистой оболочек особенно у жеребят. В зимнее время они быстро теряют вес, наблюдаются дисбактериоз, расстройство пищеварение.

Ключевые слова: якутская порода, лошади, кишечник, гельминты, Якутия

Введение. Зараженность якутских лошадей гельминтами и личинками кишечных в нашем институте изучали известные якутские гельминтологи доктор ветеринарных наук, проф. М.Г. Сафронов [7, 8], об стронгилятозной инвазии лошадей и представителей этого вида изучал и защитил диссертацию проф. С.И. Исаков [2, 3]. В последующем изучение гельминтозов лошадей табунного содержания и их распространенность были продолжены нами Л.М. Кокколова, нашими учениками [1, 2, 5, 6]. Проведены много исследований и работы по профилактике и лечение гельминтозов лошадей [1]. Выявлен дисбактериоз у жеребят до года связанные с заражением желудочно-кишечного тракта стронгилятами, трихонематидами, были разработаны лечебно-профилактические мероприятия с применением противопаразитарных препаратов в сочетании с пробиотическими добавками с учётом холодного климата региона [1].

Материалы и методы. Проведены количественные копроовоскопические, ларвоскопические исследования табунных лошадей в возрасте до 1 года - 40 голов, 2 лет – 20, старше 4 лет – 10 голов, полное вскрытие по Скрябину желудочно-кишечного тракта убойного поголовья в возрасте до 1 года – 3 голов, старше 4 лет – 1 гол. При выборе гельминтов из содержимого кишечника лошадей использовали «сухой» метод Щульца, 1937. Обработку коллекций гельминтов проводили по общепринятой методике. Нематоды изучались на временных препаратах после их просветления в смеси равных частей молочной кислоты, глицерина и воды по методу В.Г. Гагарина. Видовой состав определяли с использованием атласа, указателей К.И. Скрябина, Н.П. Шихобаловой, Р.С. Шульца, 1952; Т.И. Попова, 1955.

Результаты исследования. Паразитологические исследования выполнены в коневодческих хозяйствах. Распространенность, сезонную и возрастную динамику инвазированности гельминтами лошадей табунного содержания изучали по данным количественных копроовоскопических, ларвоскопических исследований фекалий от лошадей в возрасте 9 месяцев - 100, до двух лет – 20, старше трех лет – 29, старше пяти лет - 20 голов. Результаты исследования показали зараженность стронгилятозами. Проведенными копрологическими исследованиями фекалий обнаружено микстинвазия, во всех пробах обнаруживались 100% яйца *Trichonematidae*, в 84,6% яйца *Strongylus equines*, 75% яйца *Delafondia vulgaris* и 21,3% яйца *Alfortia edentates*. Среднее количество яиц стронгилят составляет от $27,0 \pm 1,4$ до $102,7 \pm 8,4$ экз. в 1 г фекалий.

Возрастная динамика инвазированности по видам обнаруженных гельминтов экстенсивность и интенсивность зараженности существенных изменений не наблюдали, у всех обследованных животных оставались на высоком уровне. Например, экстенсивность инвазии *Trichonematidae* у лошадей старше трех и пяти лет составила 98,8%, в возрасте до года и двух лет – 100%, интенсивность инвазии, равной соответственно $46,9 \pm 5,2$; $45,4 \pm 5,8$ экз. яиц в 1 г фекалий.

Результаты полного гельминтологического вскрытия пищеварительного тракта 3 жеребят до года все были инвазированы 100% стронгилятами, трихонематидами, и также желудочно-кишечный тракт от 1 головы старше 4 лет, по всей поверхности кишечника обнаружены личиночные узелки стронгилят и трихонематид, половозрелые гельминты параскарисы – 56 экз. и оксиуры 103 экз. Плотность популяции личинок в организме у молодняка до года составило в среднем $903,2 \pm 29,5$ экз., старше 4-х лет $1072,3 \pm 107,5$ экз./гол.

Выводы. Результаты исследования инвазированности лошадей основными стронгилятозами кишечного тракта в условиях Центральной Якутии показывают их повсеместное распространение, показатели зараженности у лошадей разного возраста не различаются. Экстенсивность инвазии *Trichonematidae* во все месяцы составляло 100%, *Strongylus equinus* составляла в ноябре до 98%, *Delafondia vulgaris* - до 68%, *Alfortia edentates* - до 26%.

При исследовании общего поголовья в данном коневодческом хозяйстве максимальная экстенсивность инвазии *S. equinus* составляла в ноябре 98%, минимальная в августе – 35,7%. *A. edentatus* в январе – 78,6%, минимальную в ноябре – 46,6%, *D. vulgaris* до 68% достигал в ноябре, декабре, минимальный был отмечен в марте до 20,6%.

Таким образом, результаты исследований в условиях Якутии показывают широкое распространение стронгилятозов пищеварительного тракта, показатели сезонной и возрастной динамики стронгилятозов у разновозрастных лошадей значительно различаются.

Список литературы

1. Гаврильева Л.Ю., Кокколова Л.М. Профилактика и лечение дисбактериоза жеребят при паразитарных болезнях с учётом холодного климата региона // Иппология и ветеринария. - 2019. - № 1 (31). - С. 9-14.
2. Исаков С.И. Опыт борьбы с гельминтозами лошадей // Ветеринария. - 1967. - № 12. - С. 49.
3. Исаков С.И. Гельминтозы лошадей в условиях косячно-табунного содержания и терапия этих заболеваний // Вредные насекомые и гельминтозы Якутии: сб. Ин-та биологии. – Якутск, 1971. – С. 109-115.
4. Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю. Изучение основных гельминтозов лошадей табунного содержания Якутии // XVI Междунар. конф. «Аграрная наука и с/х производство Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии». – Якутск, 2013. – 158 с.
5. Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Слепцова С.С. Плодовитость кишечных стронгилят у лошадей в критически низких температурах Центральной Якутии //

Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: сб. ст. по материалам междунар. конф. – 2022. – Вып. 23. – С. 240-246. DOI: 10.31016/978-5-6046256-9-9.2022.23.

6. Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Степанова С.М. Распространение гельминтозов у лошадей табунного содержания в Республике Саха (Якутия) // Российский паразитологический журнал. – 2014. – № 3. – С. 30-33.

7. Сафронов М.Г. К изучению фауны паразитический червей лошадей Якутской АССР // Работы по гельминтологии. - 1953. - С. 636-641.

8. Сафронов М.Г. Гельминты и гельминтозы животных Якутии. - Якутск, 1966. - 123 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-214>
УДК 579.62

ЗНАЧЕНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ФОРМИРОВАНИИ МИКРОФЛОРЫ РАН У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Амиртаев С.Е.¹, магистрант, н.с.,
Шкиль Н.А.², д-р вет. наук, г.н.с.,
Куйбагаров М.А.³, канд. вет. наук, в.н.с.,
Абдуллина Э.С.¹, магистр, н.с.**

¹НАО «Шәкәрім университет», Семей, Республика Казахстан

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

³ТОО «Национальный центр биотехнологии», Астана, Республика Казахстан
e-mail: amirtaevsuleimen@gmail.com

Аннотация. В работе изучено влияние протеолитических ферментов и антибиотиков при их раздельном и комбинированном применении на видовой состав микрофлоры гнойных ран у крупного рогатого скота. Актуальность исследования обусловлена изменением структуры возбудителей гнойно-хирургических инфекций и возрастанием роли условно-патогенной антибиотикорезистентной микрофлоры в раневом процессе. Эксперимент проведён на 20 головах крупного рогатого скота в возрасте 1–1,5 года с моделированными разможженными загрязнёнными ранами, заживающими по типу вторичного натяжения. Всего исследовано 47 ран, обработанных протеолитическими ферментами (химотрипсин, химопсин, трипсин, протелин, фибринолизин), антибиотиками (амоксиклав, гентамицин), а также их комбинациями; контрольную группу составляли раны, обработанные раствором новокаина. Микробиологические исследования проводили в динамике через 12, 24 и 72 часа, а также на 7-е и 14-е сутки с использованием стандартных питательных сред и методов идентификации микроорганизмов до уровня вида (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* и др.). Установлено, что в ранние сроки раневого процесса микрофлора носила полимикробный характер с преобладанием грамотрицательных микроорганизмов и выраженными микробными ассоциациями. Совместное применение протеолитических ферментов и антибиотиков способствовало более значительному снижению количества штаммов микроорганизмов в ране по сравнению с монотерапией и контролем, особенно в первой фазе раневого процесса. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности комбинированной ферментно-антибактериальной терапии для уменьшения микробного разнообразия гнойных ран у крупного рогатого скота.

Ключевые слова: гнойные раны, крупный рогатый скот, микрофлора ран, протеолитические ферменты, антибиотики, комбинированная терапия, раневой процесс

Введение. Гнойные раны у сельскохозяйственных животных продолжают оставаться одной из актуальных проблем ветеринарной хирургии, поскольку сопровождаются выраженными воспалительными реакциями, замедленным заживлением и значительными экономическими потерями [1, 2]. В последние десятилетия существенно изменился характер микробной контаминации ран, что связано с широким и нередко неконтролируемым применением антибактериальных препаратов. В результате возросла роль условно-патогенной микрофлоры, формирующей полимикробные ассоциации: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* и другие условно-патогенные микроорганизмы, в том числе обладающие повышенной устойчивостью к антибиотикам [3].

Современные представления о раневой инфекции рассматривают гнойную рану как динамическую биологическую систему, в которой взаимодействуют микроорганизмы, некротические ткани и факторы местного иммунитета. В этих условиях эффективность монотерапии антибиотиками часто оказывается недостаточной, что обуславливает необходимость поиска вспомогательных методов воздействия на раневой процесс [4, 5]. Одним из таких направлений является использование протеолитических ферментов, способствующих лизису некротических тканей, снижению микробной контаминации и улучшению условий для репаративных процессов [6].

Особый интерес представляет комбинированное применение протеолитических ферментов и антибиотиков, при котором ферментативная очистка раны может повышать доступность антибактериальных препаратов для микроорганизмов и тем самым усиливать их терапевтический эффект. Однако вопросы влияния такой терапии на видовой состав и динамику микрофлоры гнойных ран у крупного рогатого скота остаются недостаточно изученными [7, 8].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение изменений микрофлоры гнойных ран у крупного рогатого скота при местном применении протеолитических ферментов, антибиотиков и их комбинаций в различные фазы раневого процесса.

Методы и материалы. Исследование проведено на 20 головах крупного рогатого скота в возрасте от 1 до 1,5 лет. Экспериментальной моделью служили искусственно сформированные разможжённые загрязнённые раны, заживающие по типу вторичного натяжения. Всего было изучено 47 ран. При этом у части животных формировали по две и более экспериментальных раны, что позволило увеличить объём наблюдений без расширения численности опытного поголовья. Раневые дефекты наносили по стандартному трафарету, после чего ткани подвергали механическому раздавливанию. Для моделирования выраженного воспалительного процесса раны прошивали и инфицировали загрязнённым марлевым тампоном, который фиксировали прошивной лигатурой по краям раны и оставляли на 24 часа.

В зависимости от применяемого метода лечения раны были распределены на группы. В опытных группах местно применяли протеолитические ферменты: химотрипсин, химопсин, трипсин и протелин в виде 2%-го раствора, а также фибринолизин в дозе 1–10 тыс. ЕД. В отдельных группах ферменты использовали в сочетании с антибиотиками. В качестве антибактериальных препаратов применяли гентамицин в дозе 40 мг или амоксициллин в дозе 20 мг. Существенных различий в их действии выявлено не было, в связи с чем результаты их применения анализировали в объединённой группе. Контрольную группу составляли раны, обработанные 0,5%-ным раствором новокаина.

Все препараты растворяли в 10 мл 0,5%-го раствора новокаина и применяли местно в течение 5–6 суток два раза в день с использованием марлевых тампонов, пропитанных соответствующими лекарственными средствами.

Отбор материала для микробиологического исследования проводили в асептических условиях через 12, 24 и 72 часа, а также на 7-е и 14-е сутки после нанесения ран. Посевы выполняли на кровяной агар (мясо-пептонный агар и колумбийский агар, с добавлением и без добавления 5% крови барана), Эндо, Левина. Для идентификации микроорганизмов использовали ПЦР реакцию в реальном времени и стандартные методы бактериологии.

Результаты и обсуждения. Микробиологические исследования показали, что в ранние сроки раневого процесса микрофлора гнойных ран у крупного рогатого скота носила выраженный полимикробный характер. Уже через 12 часов после нанесения ран из 47 объектов было выделено более 250 штамма микроорганизмов, при этом в одной ране в среднем обнаруживали 5-6 штаммов. В структуре микрофлоры преобладали условно-патогенные микроорганизмы, главным образом представители грамотрицательной флоры, формирующие устойчивые микробные ассоциации.

Через 24 часа после ранения отмечалось снижение общего количества микроорганизмов в ранах. Среднее число штаммов в одной ране сокращалось в среднем до 3, при этом соотношение грамположительной и грамотрицательной микрофлоры становилось практически равным.

На 3-и сутки раневого процесса, соответствующие фазе выраженного гнойного воспаления, в контрольной группе и при применении только протеолитических ферментов видовой состав микрофлоры оставался относительно стабильным (в среднем 4 штамма на рану). При использовании антибиотиков данный показатель снижался до 2. Наиболее выраженное уменьшение микробных ассоциаций наблюдалось при комбинированном применении протеолитических ферментов и антибиотиков – до 1,4 штамма на одну рану.

К 7-м суткам количество микроорганизмов в ранах, леченных ферментами, антибиотиками и в контрольной группе, уменьшалось незначительно.

Через 14 суток наблюдения отмечалось дальнейшее снижение микробной обсеменённости во всех группах. Однако минимальное видовое разнообразие микрофлоры сохранялось в ранах, обработанных комбинацией протеолитических ферментов и антибиотиков (0,5-0,6 штамма), по сравнению с антибиотикотерапией (0,75), ферментотерапией (1) и контрольной группой (1,5).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о более выраженном и устойчивом влиянии комбинированной ферментно-антибактериальной терапии на микробную флору гнойных ран, особенно в ранние фазы раневого процесса.

Заключение. Микрофлора гнойных ран у крупного рогатого скота характеризуется полимикробным составом и формированием устойчивых микробных ассоциаций, динамика которых зависит от применяемого метода местного лечения. В процессе заживления отмечается снижение видового разнообразия микроорганизмов во всех группах, однако выраженность этих изменений различается.

Наиболее значительное уменьшение количества штаммов микроорганизмов в ране наблюдается при комбинированном применении протеолитических ферментов и антибиотиков, особенно в ранние фазы раневого процесса. Полученные данные подтверждают целесообразность использования ферментно-антибактериальной терапии как эффективного компонента комплексного лечения гнойных ран у крупного рогатого скота.

Список литературы

1. Журба В.А., Руколь В.М., Гласкович А.А. Видовой состав микрофлоры раневого содержимого и гноя инфицированных ран и гнойно-некротических поражений у коров // Международный вестник ветеринарии. – 2004. – № 1. – С. 36–41.
2. Мастыко Г.С. Видовая особенность реактивности организма крупного рогатого скота на травму // Ученые записки ВВИ. – 1964. – Т. 18. – С. 135–144.
3. Lenart-Boroń A., Stankiewicz K., Czernecka N. et al. Wounds of companion animals as a habitat of antibiotic-resistant bacteria that are potentially harmful to humans – phenotypic,

- proteomic and molecular detection // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Vol. 25. – No. 6. – Art. 3121. DOI: 10.3390/ijms25063121.
4. Fanaei Pirlar R., Emaneini M., Beigverdi R. et al. Combinatorial effects of antibiotics and enzymes against dual-species *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms in the wound-like medium // PLOS ONE. – 2020. – Vol. 15. – No. 6. – P. e0235093. DOI: 10.1371/journal.pone.0235093.
5. Johnson T.R., Gómez B.I., McIntyre M.K., Dubick M.A., Christy R.J., Nicholson S.E., Burmeister D.M. The cutaneous microbiome and wounds: new molecular targets to promote wound healing // International Journal of Molecular Sciences. – 2018. – Vol. 19. – No. 9. – Art. 2699. DOI: 10.3390/ijms19092699.
6. Mathioudaki E., Vitsos A., Rallis M.C. Proteolytic enzymes and wound debridement: a literature review // Wounds. – 2024. – Vol. 36. – No. 11. – P. 357–365. DOI: 10.25270/wnds/23181.
7. Zhang Y., Liu X., Wen H., Cheng Z., Zhang Y., Zhang H., Mi Z., Fan X. Anti-biofilm enzymes-assisted antibiotic therapy against burn wound infection by *Pseudomonas aeruginosa* // Antimicrobial Agents and Chemotherapy. – 2023. – Vol. 67. – P. e00307-23. DOI: 10.1128/aac.00307-23.
8. Chemerovska I.O. Research on the microflora of cattle and deer during the development of wounds, abscesses and endometritis // Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. – 2025. – Vol. 27. – No. 117. – P. 158–165. DOI: 10.32718/nvlvet11722.

<https://doi.org/10.26898/2026-215>
УДК 619:614.48

ИЗУЧЕНИЕ БИОЦИДНОГО ЭФФЕКТА НОВОГО ПРЕПАРАТА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ОРГАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

Аржаков П.В. канд. биол. наук,
Смелова Е.Ю. специалист-исследователь
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: omdez@yandex.ru

Аннотация. В результате проведенных исследований установлено эффективное биоцидное действие нового препарата в опытах с применением органической нагрузки в отношении тест-микроорганизмов, входящих в семейства Enterobacteriaceae, Morganellaceae, Enterococcaceae, Staphylococcaceae и Bacillaceae.

Ключевые слова: новый биоцидный препарат, изоляты бактерий, органическая нагрузка

Введение. Инфекционные болезни сельскохозяйственных животных наносят значительный ущерб животноводческой отрасли. Одной из главных причин их возникновения является низкий уровень ветеринарно-санитарной культуры на фермах различного уровня. Данные причины часто провоцируют появление желудочно-кишечных, респираторных и других патологий инфекционной природы, вызванных как патогенной, так и условно-патогенной микрофлорой, которая в условиях животноводческих комплексов: остатки корма, выделения животных, способна сохранять жизнеспособность длительное время [1-3].

Ветеринарным специалистам приходится учитывать весь комплекс существенно изменившихся под влиянием технического прогресса факторов среды обитания животных

и создавать оптимальную среду для их обеспечения. Однако в современных условиях внимание ветеринарного специалиста направлено не только непосредственно на животное, его здоровье и продуктивность, но и на охрану внешней среды от различных загрязнений, связанных с деятельностью животноводческих хозяйств промышленного типа. Важнейшую роль играют охранные мероприятия и соблюдение строгого ветеринарного режима в комплексах. Одними из таких мероприятий является дезинфекция. Для эффективного обезвреживания возбудителей инфекционных болезней необходимо использовать новые современные биоцидные препараты [4-6].

Для решения этой задачи в ВНИИБТЖ «Омского аграрного научного центра» был разработан новый дезинфицирующий препарат.

Материалы и методы исследований. Новый препарат содержит комплекс веществ, обладающих бактерицидным действием (четвертичные аммониевые соединения и альдегиды), дополнительно в качестве вспомогательного компонента содержит неионогенное высокомолекулярное поверхностно-активное вещество, что позволяет эффективно действовать при низких концентрациях и быть нечувствительным к действию солей и изменениям температуры.

Для имитации производственной среды использовали органическую нагрузку (стерильную белково-жировую смесь), которую наносили на кафельные тест-объекты, после контаминации которых суспензией различных тест-микроорганизмов проводили обработку новым препаратом. В опытах применяли тест-микроорганизмы, выделенные из производственных помещений по содержанию крупного рогатого скота: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Proteus vulgaris* (*P. vulgaris*), *Citrobacter freundii* (*C. freundii*), *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), *Staphylococcus capitis* (*S. capitis*) и *Bacillus cereus* (*B. cereus*).

Обработку тест-объектов осуществляли рабочими растворами нового препарата в 0,5, 1, 2, 3, 4 и 5%-ных концентрациях и 10, 20, 30, 40, 50 и 60-минутных экспозициях. В качестве контроля применяли стерильную водопроводную воду.

Результаты изучения биоцидного эффекта нового препарата

Концентрация дезинфектанта, %	Время воздействия, мин					
	10	20	30	40	50	60
<i>E. coli</i>						
0,5	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	-	-
<i>C. freundii</i>						
0,5	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	-	-
<i>P. vulgaris</i>						
0,5	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	-
<i>E. faecalis</i>						
0,5	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	-
<i>S. capitis</i>						
0,5	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	-	-	-
<i>B. cereus</i>						
3	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	-
Контроль (стерильная вода)	+	+	+	+	+	+

Примечание. (-) – результат отрицательный (роста культур нет), наличие биоцидного эффекта; (+) – результат положительный (рост культуры), отсутствие биоцидного эффекта.

Опыты по изучение биоцидного эффекта проводили в соответствии с Р 4.2.2643–10 [7].

Результаты исследований. В результаты проведенных экспериментов, установлено, что новый препарат в 1%-ной концентрации обеззараживал тест-объекты контаминированные микроорганизмами из семейства Enterobacteriaceae E. coli и C. freundii при экспозиции 50 минут, в отношении представителей семейств Morganellaceae P. vulgaris и Enterococcaceae E. faecalis бактерицидный эффект наступал при 60 минутном воздействии (см. таблицу).

Биоцидное действие в отношении тест-микроорганизма из семейства Staphylococcaceae S. caritis отмечалось при воздействии 2%-ной концентрации и 40-минутной экспозиции, спороцидный эффект наблюдался при использовании 5%-ной концентрации при 60-минутном воздействии.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено эффективное биоцидное действие нового препарата в отношении тест-микроорганизмов входящих в семейства Enterobacteriaceae, Morganellaceae, Enterococcaceae, Staphylococcaceae и Bacillaceae.

Список литературы

1. Софронов В.Г., Дудолова Т.С., Новиков А.Н. Изучение дезинфицирующего действия нового препарата в опытах с органической нагрузкой // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2022 - Т. 252. - № 4. - С. 233-236.
2. Донник И.М., Рушицкая О.А. Продовольственная безопасность России в условиях новых вызовов и санкционного давления // Технологии безопасности жизнедеятельности. -2023.- № 3. – С. 42–48.
3. Дудолова Т.С., Кособоков Е.А. Анализ биоцидной активности новой дезинфицирующей композиции // Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: сб. ст. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ. - Омск, 2024. - С. 353-356.
4. Дудолова Т.С., Кособоков Е.А. Оценка обеззараживающего действия нового биоцидного препарата // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. материалов XIX Междунар. науч.-практ. конф. - Барнаул, 2024. - С. 139-140.
5. Кособоков Е.А., Дудолова Т.С. Определение эффективности нового дезинфицирующего препарата // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Х.Х. Абдуллина. - Казань, 2024. - С. 373-375.
6. Власенко В.С., Денгис Н.А., Борисов Е.С. Эпизоотическая ситуация по туберкулезу крупного рогатого скота в Омской области // Вестник КрасГАУ. - 2024 - № 3 (204). - С. 108-114.
7. Руководство Р 4.2.2643-10. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Утв. главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 1 июня 2010 г.

ПОЛУЧЕНИЕ ШТАММОВ *E. COLI* ПРОДУЦЕНТОВ РЕКОМБИНАНТНЫХ ТОКСОИДОВ ВЕРОТОКСИНА 2E

Арчegov Г.И.¹, инженер-технолог,
Корнеева Ю.В.¹, м.н.с.,

Алексеев К.П.¹, канд. биол. наук, гл. специалист по новым технологиям,
Верховский О.А.², д-р биол. наук, проф., президент АНО «НИИ ДПБ»,
Алипер Т.И.¹, д-р биол. наук, проф., член совета директоров ООО «Ветбиохим»
¹ООО «Ветбиохим», Москва, Россия

²Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики
болезней человека и животных, Москва, Россия
e-mail: agiarch2905@gmail.com

Аннотация. Целью работы было получение штаммов *E. coli*, эффективно продуцирующих химерные белки на основе токсоеидов веротоксина патогенной *E. coli*, вызывающей отечную болезнь свиней. Уровень продукции рекомбинантных продуктов должен был соответствовать требованиям возможности их дальнейшей очистки и использования в качестве специфических компонентов иммунобиологических препаратов. Для этого были получены синтетические последовательности ДНК, состоящие из фрагментов, кодирующих субъединицы А или В веротоксина, и фрагментов, кодирующих один из белковых доменов, применяющихся в биотехнологии для создания химерных белков с улучшенными характеристиками: CBM66, hBD4 и DBD. Для получения рекомбинантных продуктов была использована прокариотическая система экспрессии рЕТ и штамм *E. coli* BL21. Сравнительные исследования шести полученных рекомбинантных конструкций показали токсичность химерных белков с доменом hBD4 для кишечной палочки. Из оставшихся четырех конструкций, наиболее эффективно нарабатывались токсоеиды А и В в виде химеры с DBD. Штаммы продуценты rVtxA-DBD и rVtxB-DBD могут быть использованы далее для наработки рекомбинантных токсоеидов в производственных масштабах.

Ключевые слова: веротоксин, рекомбинантные токсоеиды, патогенная *E. coli*, отечная болезнь свиней

Веротоксин (Vtx) является фактором патогенности токсикогенной кишечной палочки, являющейся возбудителем отечной болезни свиней. Отечная болезнь, таким образом, обусловлена токсемией веротоксином, которая выражается в сильных отеках тех местах, где клетки абсорбировали токсин Vtx из кишечника после колонизации организма токсикогенной *E. coli*. Отечная болезнь чаще всего поражает поросят вскоре после отъема, причем в условиях хозяйства она может быть выражена как отдельными, спорадическими проявлениями с гибелью незначительного количества поросят, так и вспышками, поражающая все поголовье с массовой гибелью животных. Первым признаком данной инфекции в хозяйстве является внезапная гибель поросят без каких-либо признаков заболевания [1]. Вспышки заканчиваются так же резко, как и начинаются, а затем могут вернуться снова, что связывают с естественной сменой циркулирующих в свиноголовье штаммов *E. coli*. Из-за особенностей проявления заболевания, оптимальной стратегией контроля является превентивная вакцинация [2], на рынке существуют живые аттенуированные и рекомбинантные субъединичные вакцины против отечной болезни свиней. Последние основаны на рекомбинантных токсоеидах веротоксина и на отечественном рынке

до недавнего времени присутствовали препараты Веровед (Hirga, Испания) и Экопорок-Шига (Ceva Sante Animale, Франция).

Штаммы *E. coli*, вызывающие отечную болезнь поросят, содержат адгезин F18, по соматическим антигенам они могут быть серотипов O138, O139, O141, O147, объединяет их способность к продукции веротоксина. Веротоксин принадлежит к большой группе бактериальных АВ токсинов, состоящих из 2 субъединиц, к подгруппе АВ5, токсины в которой состоят из пентамера В и одной молекулы А, – помимо веротоксина известными представителями этой подгруппы являются холерный и коклюшный токсины. Субъединица В отвечает за связывание рецептора Gb3/CD77 на поверхности клеток-хозяев, в результате чего токсин подвергается эндоцитозу и ретроградному транспорту через ранние эндосомы в эндоплазматический ретикулум (ЭР) и через аппарат Гольджи. В ЭР веротоксин расщепляется, позволяя субъединице А проявлять свои цитотоксические свойства. Субъединица А нацелена на белки-шапероны ЭР, что приводит к накоплению развернутых белков в ЭР и активирует стрессовую реакцию ЭР. Затем данная субъединица связывает и отщепляет остаток аденина в критически важной структуре в 28S рРНК, в результате полностью ингибируя синтез белка иницируя реакцию риботоксического стресса и апоптоз клетки [3].

Данная работа является первым шагом в направлении создания отечественной субъединичной рекомбинантной вакцины против отечной болезни свиней. Необходимым условием разработки подобного препарата является получение таких генноинженерных конструкций, которые позволили бы решить задачу воспроизводимой наработки высоких количеств специфических белковых продуктов, которые должны обладать хорошей растворимостью, стабильностью и возможностью их хроматографической очистки. Ниже мы приводим данные о получении нами штаммов *E. coli* продуцентов рекомбинантных токсинидов веротоксина 2Е.

Для получения бактериальных токсинидов целесообразно было использовать гомологичную, прокариотическую систему экспрессии. При этом последовательности, кодирующие дополнительные белковые домены химерных конструкций, в случае их эукариотического происхождения (hBD4) были подвергнуты кодон-оптимизации. Все конструкции были получены синтетическим путем (Евроген, Россия) и клонированы в модифицированный вектор pQE6, в котором T5 промотор заменен на T7 промотор, по сайтам эндонуклеаз рестрикции BamHI и Kpn2I. Дополнительные белковые домены расположены на N-конце рекомбинантного токсинида и связаны с ним нейтральным глицин-сериновым спейсером из пяти GS повторов. Домен CBM66 (Carbohydrate-Binding Module family 66) представляет собой белковый домен бактериального происхождения, выделенный из бактерии *Bacillus subtilis* (сенная палочка). Это сравнительно новая высоко-эффективная метка, которая значительно увеличивает наработку рекомбинантного продукта (есть данные об увеличении выхода продукта в 3,7 раза при добавлении к целевому белку этой метки), обладает сильным действием против агрегации молекул химерного белка, и при нахождении на N-конце конструкции обычно не оказывает влияния на функциональные характеристики основной молекулы. Так же наличие метки CBM66 дает возможность хроматографической очистки химерного продукта на леван-агарозной смоле [4]. Второй использованной нами меткой был небольшой катионный пептид (4-5 кДа) человеческого бета-дефензина 4 hBD4, вырабатываемого эпителиальными клетками и обладающего выраженной бактерицидной активностью и тропизмом к клеткам иммунной системы. Данная метка не является стандартным инструментом биотехнологии в аспекте улучшения экспрессии и растворимости продукта, однако она обладает выраженным антимикробным действием и способностью к таргетингу химерного продукта к клеткам иммунной системы, выступающая скорее в роли адьюванта [5]. Пептид hBD4 токсичен для клеток *E. coli*, однако в случае наработки в виде телец включения эти токсичные свойства не проявляются. Полученные hBD4-rVtx химерные белки могли бы иметь повышенную способность к стимуляции

иммунного ответа и бактерицидные свойства. Третий использованный нами домен, DBD, это декстран-связывающий домен *Leuconostoc mesenteroides*. Это хорошо зарекомендовавший себя в биотехнологии инструмент, эффективная метка для усиления экспрессии рекомбинантных продуктов, их растворимости, дающая возможность простой и недорогой хроматографической очистки на смолах, основанных на декстране (например, на сефарозе), при этом придавая очищенному химерному продукту высокую стабильность [6].

Таким образом, нами было получено шесть рекомбинантных векторов, несущих синтетические ДНК для экспрессии следующих химерных продуктов: CBM66-5GS-rVtxA, CBM66-5GS-rVtxB, hBD4-5GS-rVtxA, hBD4-5GS-rVtxB, DBD-5GS-rVtxA, DBD-5GS-rVtxB. Все они были использованы для трансформации химически компетентных клеток *E. coli* экспрессионного штамма BL21(DE3)pLysS, предназначенного для экспрессии в том числе и токсичных белков. Трансформационные смеси были высажены на LB-агар с селективными антибиотиками (ампициллин, канамицин). Во всех вариантах наблюдали рост колоний, однако рост колоний с конструкциями на основе hBD4 оказался замедленным по сравнению с остальными вариантами. Для оценки экспрессии целевых продуктов, свежие колонии, полученные после трансформации, высаживали в ночную культуру в селективную среду LB, по две колонии на каждый вариант конструкции. Утром ночную культуру пересеивали в свежую селективную среду LB в соотношении 1:50 и наращивали до достижения оптической плотности при 600 нм 0,4-0,6, после чего к культурам добавляли индуктор экспрессии ИПТГ (0,4 мМ) и наращивали еще два часа. По окончании культивирования клетки анализировали методом белкового электрофореза в денатурирующих условиях в полиакриламидном геле. Конструкции с hBD4 росли замедленно и по истечению дня не успевали достичь заданной оптической плотности. Нами были испробованы пониженная температура наращивания (32, 29 и 26 °C) и использование более богатых по сравнению с LB сред: sLB и автоиндукционная 2YT (Диа-М, Россия). Однако добиться роста этих двух культур нам не удалось, что по всей видимости связано с бактерицидной активностью hBD4. Остальные конструкции экспрессировались и давали визуально определяемую в белковом фореze наработку специфических фрагментов, однако эффективность наработки конструкций с DBD в серии опытов на разных температурах и средах (32, 29 и 26 °C, sLB и автоиндукционная 2YT) превосходила конструкции с доменом CBM66. Конструкции DBD-5GS-rVtxA и DBD-5GS-rVtxB эффективно нарабатывались в стандартных условиях на среде LB в условиях лаборатории. Также нами была показана возможность наработки DBD-5GS-rVtxA и DBD-5GS-rVtxB в биореакторе объемом 200л на производственной площадке ООО «Ветбиохим».

В итоге нами были получены два штамма продуцента для наработки DBD-5GS-rVtxA и DBD-5GS-rVtxB, стабильно экспрессирующие целевые продукты ожидаемой молекулярной массы 44,3 и 25,5 кДа соответственно, в лабораторных условиях и в производственных масштабах. Экспрессионные штаммы были депонированы в музей культур ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН под номерами В-1528 (DBD-5GS-rVtxA) и В-1529 (DBD-5GS-rVtxB). В дальнейшем планируется работа по характеристике рекомбинантных химерных белков для оценки их стабильности, специфичности и их потенциала как специфических компонентов иммунобиологических препаратов.

Список литературы

1. Zimmerman J.J., Karriker L.A., Ramirez A., Schwartz K.J., Stevenson G.W. Diseases of Swine. – 10th ed. - Wiley-Blackwell, 2012. – 1164 p.
2. Lee S.I., Ntakiyisumba E., Won G. Systematic review and network meta-analysis to compare vaccine effectiveness against porcine edema disease caused by Shiga toxin-producing *Escherichia coli* // Scientific reports. – 2022. – Vol. 12. – No. 1. – Art. 6460.
3. Melton-Celsa A.R. Shiga Toxin (Stx) Classification, Structure, and Function // Microbiology spectrum. – 2014. – Vol. 2. – No. 4.

4. Ko H., Kang M., Kim M., Yi J. A novel protein fusion partner, carbohydrate-binding module family 66, to enhance heterologous protein expression in *Escherichia coli* // *Microbial Cell Factories*. – 2021. – Vol. 20. – Art. 232.
5. Kumar K.M., Karthik Y., Ramakrishna D., Balaji S. Immunoinformatic exploration of a multi-epitope-based peptide vaccine candidate targeting emerging variants of SARS-CoV-2 // *Frontiers in microbiology*. – 2023. – Vol. 14. – Art. 1251716.
6. Kaseda K., Kodama T., Fukui K., Hirose K. A novel approach for purification of recombinant proteins using the dextran-binding domain // *FEBS letters*. – 2001. – Vol. 500. – No. 3. – P. 141–144.

<https://doi.org/10.26898/2026-217>
УДК 636.4.09:636.2.09

МИКОПЛАЗМОЗ ОВЕЦ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Атовуллозода Р.А., канд. вет. наук,
Назруллозода С.Х., канд. вет. наук,
Содиков Ф.Н., в.н.с.,
Косимов С.М., в.н.с.,
Рахимов Ф.Г., в.н.с.

Институт ветеринарной медицины ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан
e-mail: sulaimon.habibi@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования вспышек микоплазмоза овец в Таджикистане, вызванных *Mycoplasma ovipneumoniae*. Проведён мониторинг в овцеводческих хозяйствах районов республиканского подчинения и Хатлонской области. Методами клинического, патологоанатомического и лабораторных анализов выявлена циркуляция возбудителя с частотой обнаружения от 31,2 до 48,5%, в зависимости от хозяйства. Установлены основные патологоанатомические изменения: острая фибринозная пневмония, уплотнение лёгочной ткани, абсцедирование, плеврит. Определены ключевые предрасполагающие факторы распространения инфекции.

Ключевые слова: микоплазмоз, овцы, *Mycoplasma ovipneumoniae*, диагностика, патолого-анатомические изменения

Введение. Овцеводство является одной из ключевых отраслей животноводства Республики Таджикистан. По состоянию на 2025 год поголовье овец и коз превышает 7 млн голов. Основу отрасли составляет разведение высокопродуктивной гиссарской породы, отличающейся крупными размерами (живая масса отдельных особей достигает 190 кг) и выраженной мясной продуктивностью. Овцеводство играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и активно развивается в Гиссарской долине и Хатлонской области. Однако вспышки инфекционных заболеваний и их распространение причиняют овцеводческому сектору республики значительный экономический ущерб.

Микоплазмы - это прокариотические микроорганизмы, объединённые в отдельный класс Mollicutes. К числу основных представителей данного класса относятся анаэроплазмы, уреоплазмы, спироплазмы и ахолеплазмы. В отличие от вирусов, микоплазмы обладают способностью к автономному размножению. Их характерной особенностью является отсутствие клеточной стенки, что отличает их от большинства бактерий; клетка ограничена лишь цитоплазматической мембраной.

У мелких жвачных животных выявлен широкий круг микоплазменных возбудителей. Наибольшее эпизоотологическое значение имеет *Mycoplasma agalactiae* - возбудитель

контагиозной агалактии, проявляющейся маститом, артритом, конъюнктивитом и, в отдельных случаях, пневмонией. Респираторная патология также может быть связана с *M. capricolum* subsp. *capricolum*, *M. putrefaciens* и *M. mycoides* subsp. *capri*. Кроме того, у овец и коз нередко диагностируются инфекции, вызванные *M. ovipneumoniae* и *M. conjunctivae*, сопровождающиеся развитием инфекционного кератоконъюнктивита, трахеита и пневмонии [1].

M. ovipneumoniae является значимым патогеном, вызывающим респираторные заболевания у мелких жвачных животных во всём мире. Кроме того, данный возбудитель рассматривается как важный предрасполагающий фактор развития вторичных бактериальных пневмоний, прежде всего пастереллёза, а также вирусных инфекций, способных усугублять течение патологического процесса [2].

Передача *M. ovipneumoniae* осуществляется преимущественно аэрогенным путём при тесном и длительном контакте животных. Инфекция, как правило, характеризуется высокой заболеваемостью и относительно низкой летальностью, однако тяжесть и исход заболевания зависят от вирулентности циркулирующих штаммов, иммунного статуса организма-хозяина и наличия сопутствующих инфекций [3]. Установлено, что в пределах одного стада и даже у отдельных животных могут циркулировать несколько штаммов *M. ovipneumoniae*, что может обуславливать более тяжёлое течение заболевания [4]. В то же время описаны вспышки, ассоциированные с единичными высоковирулентными штаммами [5].

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2024–2025 гг. в овцеводческих хозяйствах Хатлонской области и районов республиканского подчинения (РРП).

Объектом исследования являлись овцы различных возрастных групп с клиническими признаками респираторной патологии, а также павшие животные.

Всего было исследовано 79 проб патологического материала, включая кровь и лёгочную ткань. Лабораторная диагностика проводилась с использованием общепринятых бактериологических и современных методов с идентификацией *Mycoplasma ovipneumoniae*. Статистическую обработку результатов выполняли с использованием параметрических методов анализа.

Результаты исследования. В производственном кооперативе «Сомонджон» Хатлонской области зарегистрированы случаи пневмонии подострого течения, а также падёж овец в возрасте до одного года. От павших животных было отобрано 33 пробы патологического материала (лёгкие и кровь).

Из хозяйства «Мехнат рохат» города Вахдат (РРП) было собрано 16 проб крови. Кроме того, из подсобного хозяйства «Харби» района Рудаки (РРП) отобрано 30 проб патологического материала.

В хозяйствах проведена комплексная диагностика. Из 33 проб, полученных в кооперативе «Сомонджон», в 8 случаях выявлена *Mycoplasma ovipneumoniae*. Из 16 проб хозяйства «Мехнат рохат» возбудитель обнаружен в 5 случаях. В хозяйстве «Харби» из 30 исследованных проб *M. ovipneumoniae* выявлена в 10 случаях. Частота выявления *M. ovipneumoniae* в производственном кооперативе «Сомонджон» составила 24,2% (8 из 33; 95% ДИ: 9,6–38,8%), в хозяйстве «Мехнат рохат» – 31,3% (5 из 16; 95% ДИ: 8,5–53,9%), в хозяйстве «Харби» – 33,3% (10 из 30; 95% ДИ: 16,4–50,2%).

Клинические проявления у ягнят включали учащённое дыхание, кашель, серозно-катаральные выделения из носа, повышение температуры тела, снижение аппетита и замедление темпов роста. У взрослых овец отмечалось снижение молочной продуктивности.

Мониторинг показал, что в периоды стрессовых факторов заболевание протекало тяжелее. У больных овец отмечались случаи острой фибринозной пневмонии, уплотнение лёгочной ткани, формирование лёгочных абсцессов, плеврит и летальный исход. Поражения характеризовались тускло-красными вентральными участками коллапса, сопровождавшимися бронхиолитом в соответствующих дыхательных путях. В течение 1–2

недель патологический процесс прогрессировал с формированием плотных красно-серых участков.

После клинического осмотра от 5 овец с выраженными поражениями лёгких были отобраны образцы тканей для гистологического анализа. Материал фиксировали в 10% нейтральном буферном формалине в течение 72 часов. Далее образцы заливали в парафин, изготавливали срезы толщиной 4 мкм и окрашивали гематоксилином и эозином. Для обеспечения достоверности результатов отбирались животные, павшие не более чем за 24 часа до исследования.



Рис. 1. Воспалительные и некротические процессы в лёгких при микоплазмозе овец

При патологоанатомическом исследовании в краниоventральных долях лёгких выявлены участки уплотнения от тёмно-красного до серо-розового цвета (рис. 1) с распространением на краниальные участки каудальных долей. В отдельных случаях отмечалось утолщение стенок бронхов с наличием катарального или гнойного экссудата.



Рис. 2. Наложение фибрина на плевральные поверхности примикоплазмозе овец

В ряде случаев плевральные поверхности были покрыты обильными наложениями фибрина (рис. 2). Лёгочная ткань имела двустороннюю розово-серую окраску в краниоventральных отделах с выраженным уплотнением долей. В патологическом материале подтверждено наличие *Mycoplasma ovipneumoniae*.

Полученные данные подтверждают циркуляцию *M. ovipneumoniae* в овцеводческих хозяйствах РРП и Хатлонской области Таджикистана с частотой выявления от 24,2 до 33,3%. Патогенез микоплазменной инфекции обусловлен способностью *M. ovipneumoniae* адгезироваться к реснитчатому эпителию дыхательных путей. В результате нарушается мукоцилиарный клиренс, развивается деструкция эпителиальных клеток и формируется воспалительная реакция.

Особенности отгонно-пастбищной системы, высокая плотность животных при перегоне, а также стрессовые факторы (раннее отделение ягнят, перегрев, транспортировка) способствуют аэрогенной передаче возбудителя и усугубляют течение заболевания.

Заключение. В ходе проведенных исследований в ряде овцеводческих хозяйств Таджикистана была подтверждена циркуляция *Mycoplasma ovipneumoniae* с высокой частотой выявления (до 33,3% проб).

Установлено, что инфекция протекает в форме острой фибринозной пневмонии с уплотнением лёгочной ткани, образованием абсцессов и фибринозным плевритом, что приводит к значительному падежу молодняка и снижению продуктивности взрослых овец.

Анализ условий содержания и эпизоотической обстановки позволил выявить основные предрасполагающие факторы распространения инфекции: раннее отделение ягнят перед окотом, повышающее их восприимчивость, жаркий климат, содержание животных, а также широко применяемая отгонно-пастбищная система ведения хозяйства, способствующие тесному контакту и аэрогенной передаче возбудителя.

Список литературы

1. Шастин П.Н., Капустин А.В., Лаишевцев А.И., Полякова И.В. Микоплазмозы сельскохозяйственных животных // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я.П. Коваленко. - 2021. - С. 107-111.
2. Nicholas R.A.J., Ayling R.D., Loria G.R. Ovine Mycoplasmal Infections. Small Rumin. Res. 2008; 76: 92–98. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2007.12.014.
3. Nicholas R.A., Ayling R., McAuliffe L. Mycoplasma Diseases of Ruminants. CAB International; Wallingford, UK: 2008. Respiratory Diseases of Small Ruminants; pp. 169–198.
4. Ionas G., AJ M., Alley M., Clarke J., Robinson A., Marshall R. Colonisation of the Respiratory Tract of Lambs by Strains of *Mycoplasma ovipneumoniae* // Vet. Microbiol. - 1985. – No. 10. – P. 533–539. DOI: 10.1016/0378-1135(85)90062-8.
5. Parham K., Churchward C.P., McAuliffe L., Nicholas R.A.J., Ayling R.D. A High Level of Strain Variation within the *Mycoplasma ovipneumoniae* Population of the UK Has Implications for Disease Diagnosis and Management // Vet. Microbiol. – 2006. – Vol. 118. – P. 83–90. DOI: 10.1016/j.vetmic.2006.07.005.

<https://doi.org/10.26898/2026-218>

УДК 639.4/5:579.2/3

СТРАТЕГИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОКТЕЙЛЕЙ БАКТЕРИОФАГОВ ПРОТИВ *SALMONELLA SPP.* В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ

Афонюшкин А.В., аспирант

Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства –
филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский
и технологический институт птицеводства», Санкт-Петербург, Россия
e-mail: artemka3451@gmail.com

Аннотация. Распространение бактерий рода *Salmonella* в промышленном птицеводстве представляет собой одну из наиболее значимых проблем в области ветеринарии и безопасности пищевых продуктов. *Salmonella* является ведущей причиной бактериальных гастроэнтеритов человека во всем мире. Традиционная стратегия контроля, основанная на превентивном и терапевтическом применении антибиотиков, все чаще оказывается несостоятельной в связи с глобальным ростом антибиотикорезистентности. Это ведет к накоплению резистентных штаммов в пищевой цепи, создавая серьезную угрозу общественному здравоохранению. В подобных условиях остро встает необходимость в

разработке и внедрении альтернативных, экологичных и безопасных методов контроля бактериальных инфекций. Одним из наиболее перспективных направлений является фаготерапия – использование бактериофагов, вирусов, избирательно инфицирующих и лизирующих бактериальные клетки. В отличие от антибиотиков, бактериофаги обладают высокой специфичностью, что минимизирует ущерб полезной микробиоте и снижает экологическую нагрузку. Однако применение отдельных фаговых изолятов часто ограничено из-за узкого спектра литической активности и быстрого развития у бактерий специфической резистентности.

Ключевые слова: бактериофаги, *Salmonella*, фаговые коктейли, птицеводство, сальмонеллез птиц, биоконтроль

Основная часть. Современные принципы разработки фаговых коктейлей кардинально отошли от эмпирического смешивания изолятов и вступили в эру рационального, предсказательного дизайна. Этот переход, подробно освещаемый в новейших обзорах, обусловлен необходимостью преодолеть ключевые ограничения терапии отдельными фагами: узкий спектр действия и быстрое развитие бактериальной резистентности. [1]

Ключевым стратегическим принципом стало формирование коктейлей из фагов, атакующих бактериальную клетку через различные, нередундантные поверхностные рецепторы (например, жгутики, пили, компоненты LPS). Фаги, использующие один и тот же рецептор, объединяются в так называемые «группы комплементарности» (Complementarity Groups, CGs). Устойчивость к одному фагу, возникающая через модификацию его рецептора, не приведет к кросс-резистентности ко всему коктейлю, что является главной стратегией предотвращения ускользания бактерий. Этот принцип был блестяще реализован при создании госпитального коктейля против **Enterobacter cloacae** (Entelli-02), где каждый из пяти фагов нацелен на различную структуру липополисахарида клеточной стенки [2, 3].

Принципы рационального дизайна: стратегия групп комплементарности. В отличие от эмпирического смешивания фагов, современный подход к конструированию коктейлей основывается на рациональном дизайне, ключевым элементом которого является концепция «групп комплементарности» (Complementarity Groups, CGs). Этот принцип напрямую решает главную проблему фаготерапии – быстрое развитие бактериальной резистентности, обеспечивая создание устойчивых во времени и эффективных препаратов.

Фундаментальная основа: от рецепторной специфичности к группам комплементарности. Основная гипотеза стратегии гласит: фаги, использующие для заражения одну и ту же молекулу-рецептор на поверхности бактериальной клетки, формируют группу комплементарности. Если бактерия мутирует и модифицирует или теряет этот рецептор, чтобы избежать заражения одним фагом, она автоматически становится резистентной ко всем фагам внутри этой группы. И наоборот, резистентность к одному фагу не затрагивает восприимчивость к фагам из других групп, атакующим иные рецепторы (например, липополисахарид, пили, жгутики, капсульные полисахариды). Следовательно, комбинация фагов, принадлежащих к разным, нередундантным группам комплементарности, создает мощный эволюционный барьер, резко снижая вероятность возникновения бактериального штамма, устойчивого ко всему коктейлю одновременно.

Методология идентификации групп комплементарности. Практическое применение этой стратегии требует систематического подхода к классификации фагов. Инновационная методология, детально описанная Sundaram и соавт.

(2024), предлагает стандартизированный протокол для экспериментального выявления групп комплементарности [4] (см. таблицу).

Ключевые этапы протокола

Этап	Цель	Метод и результат
1. Индукция резистентности	Получить бактериальные мутанты, устойчивые к одиночным фагам	Последовательное пассирование бактерий в присутствии индивидуального фага для отбора стабильно резистентных клонов
2. Анализ кросс-резистентности	Определить, к каким другим фагам резистентен полученный мутант	Тестирование устойчивого клона против всей панели доступных фагов. Фаги, к которым возникает перекрестная резистентность, считаются использующими тот же рецептор
3. Построение матрицы и кластеризация	Визуализировать и формализовать группы	На основе данных о кросс-резистентности строится матрица взаимодействий, где фаги с идентичными паттернами резистентности автоматически кластеризуются в одну группу комплементарности (CG)

Этот протокол доказал свою эффективность и воспроизводимость: для *Pseudomonas aeruginosa* было выделено четыре основных CG, а для *Staphylococcus aureus* – три, что позволило перейти от хаотичного подбора к целенаправленному дизайну. Важно отметить, что принадлежность к CG не всегда строго коррелирует с филогенетическим родством фагов, подчеркивая роль горизонтального переноса генов и мозаицизма фаговых геномов в эволюции рецепторной специфичности.

Дизайн коктейля на основе групп комплементарности. После идентификации CG создание коктейля становится логичным и предсказуемым процессом. Идеальный коктейль должен включать как минимум по одному высокоактивному фагу из каждой известной для целевого патогена группы комплементарности. Такой подход обеспечивает максимальный охват разнородной бактериальной популяции и сильное подавляющее давление. Обзор Human (2025) подтверждает, что комбинирование фагов, нацеленных на различные рецепторы, является одной из ключевых передовых стратегий, значительно снижающей вероятность ускользания резистентных штаммов [5].

Эта стратегия прекрасно сочетается с методом анализа фагово-бактериальных инфекционных сетей (PBIN), который позволяет визуализировать спектры действия фагов и оптимизировать состав коктейля, минимизируя количество компонентов при сохранении максимальной эффективности.

Анализ фагово-бактериальных инфекционных сетей (PBIN) как основа рационального дизайна коктейлей. Переход от эмпирического подбора к рациональному дизайну фаговых коктейлей был бы невозможен без разработки и внедрения методов анализа фагово-бактериальных инфекционных сетей (Phage-Bacteria Infection Networks, PBIN). Этот подход, основанный на теории сетей и экологической концепции nestedness (вложенности), позволяет преобразовать raw-данные о взаимодействиях «фаг-хозяин» в наглядную и количественно анализируемую модель, которая непосредственно отвечает на два ключевых вопроса при создании коктейля: «сколько?» и «какие именно?» фаги следует включать в состав.

Концепция и построение PBIN. Основой для построения PBIN служит бипарная матрица диапазона хозяев (host-range matrix), где строки соответствуют фагам, столбцы – бактериальным штаммам, а значение в ячейке указывает на наличие (1) или отсутствие (0) литической активности. Эта матрица преобразуется в сеть, где узлы двух типов (фаги и бактерии) соединяются рёбрами в случае успешной инфекции. Ключевым шагом в анализе является оценка вложенности (nestedness) этой сети – экометрического параметра, отражающего иерархию взаимодействий. В высоковложенной сети фаги с узким спектром хозяев (специалисты) заражают подмножество тех штаммов, которые чувствительны к фагам с широким спектром (генералистам). Такая структура, часто наблюдаемая в природных системах, оказывается исключительно информативной для дизайна коктейлей.

Заключение. Современные исследования предоставляют убедительные доказательства высокой практической эффективности фаговых коктейлей для контроля *Salmonella* как в птицеводстве, так и в пищевой промышленности. Их главными преимуществами являются

безопасность, способность работать в реальных производственных условиях и целевое воздействие на патоген. Дальнейшая работа должна быть сосредоточена на преодолении существующих вызовов путем оптимизации формул препаратов (инкапсуляция), разработки научно обоснованных протоколов применения (оптимальные MOI, схемы) и гармонизации нормативной базы, что позволит перейти от успешных экспериментов к широкомасштабному внедрению фаговой терапии в практику.

Список литературы

1. Gvaladze, Tamar, Hansjörg Lehnher, Julia Große-Kleimann, и Stefan Hertwig. «A Bacteriophage Cocktail Reduces Five Relevant Salmonella Serotypes at Low Multiplicities of Infection and Low Temperatures». *Microorganisms* 11, вып. 9 (2023): 2298. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092298>.
2. Gvaladze, Tamar, Hansjörg Lehnher, и Stefan Hertwig. «A Bacteriophage Cocktail Can Efficiently Reduce Five Important Salmonella Serotypes Both on Chicken Skin and Stainless Steel». *Frontiers in Microbiology* 15 (март 2024 г.). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1354696>.
3. Kaneko, Tomoyoshi, Kanata Nakatsuka, и Satoshi Tsuneda. «Phage Cocktails: State-of-the-Art Technologies and Strategies for Effective Design». *FEMS Microbiology Reviews* 50 (январь 2026 г.): fuaf061. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuaf061>.
4. Kim, Minyoung Kevin, Qingquan Chen, Arne Echthof, и др. «A Blueprint for Broadly Effective Bacteriophage-Antibiotic Cocktails against Bacterial Infections». *Nature Communications* 15, вып. 1 (2024): 9987. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53994-9>.
5. Kim, Minyoung Kevin, Qingquan Chen, Arne Echthof, и др. «A Blueprint for Broadly Effective Bacteriophage-Antibiotic Cocktails against Bacterial Infections». *Nature Communications* 15, вып. 1 (2024): 9987. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53994-9>.
6. Molina, Felipe, Alfredo Simancas, Manuel Ramírez, Rafael Tabla, Isidro Roa, и José Emilio Rebollo. «A New Pipeline for Designing Phage Cocktails Based on Phage-Bacteria Infection Networks». *Frontiers in Microbiology* 12 (февраль 2021 г.). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.564532>.
7. Rehman, Saud ur, Hafsa Tariq, Audrey Evans, и др. «Reduction of Salmonella gallinarum in poultry with phage-based interventions». *Scientific Reports* 15 (октябрь 2025 г.): 35617. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19503-8>.
8. Subedi, Dinesh, Fernando Gordillo Altamirano, Rylee Deehan, и др. «Rational Design of a Hospital-Specific Phage Cocktail to Treat Enterobacter Cloacae Complex Infections». *Nature Microbiology* 10, вып. 11 (2025): 2702–19. <https://doi.org/10.1038/s41564-025-02130-4>.

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ СОСТОЯНИЕМ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА К ВИРУСУ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА И ПОРАЖЕНИЯМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА ROSS 308

**Афонюшкин В.Н.¹⁻³, канд. биол. наук,
Черепушкина В.С.¹, м.н.с.,
Хоменко Ю.С.¹, м.н.с.**

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
Новосибирск, Россия

³Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: lisocim@mail.ru

Аннотация. В представленной работе проводится исследование взаимосвязей между состоянием гуморального иммунитета к вирусу лихорадки Западного Нила и развитием поражений центральной нервной системы у цыплят-бройлеров кросса ROSS 308. Исследования проводились на птицефабрике, где была зафиксирована вспышка флавивирусной инфекции. Патогистологическое обследование показало наличие васкулитов, микроинфарктов и отека головного мозга у инфицированных птиц. Было установлено снижение уровня триглицеридов в крови больных цыплят. Не найдено статистически значимых связей между концентрациями триглицеридов и уровнем антител, однако установлена положительная корреляция между уровнем магния и хлора в сыворотке крови. Исследование подтвердило существование связи между уровнем антител к флавивирусам и проявлениями заболеваний центральной нервной системы у цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: вирус лихорадки Западного Нила, флавивирусная инфекция, цыплята-бройлеры, гуморальный иммунитет, поражения ЦНС, серология, биохимия, гистология

Введение. В 2011-2012 гг. благодаря методам электронной микроскопии удалось подтвердить гипотезу сформулированную врачами нескольких птицефабрик о том, что комплекс патолого-анатомических изменений (кутикулиты, клоациты и рубцовая деформация поджелудочной железы) ассоциируется со снижением привесов в первой половине выращивания цыплят-бройлеров. Методами электронной микроскопии было выявлено наличие вируса с одинаковой морфологией у цыплят со всех обследованных птицефабрик [1, 2]. Показана ассоциация между наличием патогномичного комплекса патологоанатомических признаков, снижения привесов и наличием вирусных частиц с однотипными морфологическими характеристиками (типичными для вирусов сем. Flaviviridae) в кишечном содержимом цыплят-бройлеров. В дальнейшем был предложен ИФА-тест и подтверждено наличие антител к флавивирусам в крови у цыплят-бройлеров, подтверждена связь между количеством серопозитивной птицы и снижением привесов [3]. Так, ущерб продуктивности от данной инфекции был выше, чем ущерб от эймериозов в РФ в период 2011-2014 гг. Если считать ущерб от кокцидиоза в РФ близким к общемировому, то, по нашей экспертной оценке, экономический ущерб от флавивирусной инфекции, в анализируемый период, должен был превышать 10 млн долл. в год. С другой стороны,

только один из пострадавших агрохолдингов терял от данной инфекции по 2,8 млн долл. ежегодно (в течение трех лет), по оценкам экономистов данной организации.

Цель исследований – изучить особенности взаимосвязей между уровнем антител и манифестацией проявлений флавивирусной инфекции цыплят-бройлеров на биохимическом и морфологическом уровне

Материалы и методы. Объектом исследований служили цыплята-бройлеры на птицефабрике неблагополучной по флавивирусной инфекции на одной из птицефабрик Европейской части РФ. От цыплят бройлеров (как с наличием клинических признаков, так и здоровых особей) в возрасте 6 суток отбирали пробы головного мозга, кишечника, селезенки, печени, легких. Для гистологических исследований, кусочки ткани фиксировали в 10% растворе формалина. В дальнейшем кусочки тканей обезвоживали в спиртах восходящей концентрации, пропитывали ксилолом и парафином. Гистологические срезы депарафинировали и окрашивали гематоксилином и эозином.

Также отбирали кровь для серологических и биохимических исследований в возрасте 10 суток от цыплят-бройлеров из двух птичников по 15-18 голов от птицы с разным клиническим статусом. Суммарно исследовали 32 пробы сыворотки от клинически больных цыплят («перевертыши») и 30 проб от клинически здоровых цыплят.

Иммуноферментный анализ проводили по методу [4].

Данные обрабатывали методами вариационной и непараметрической статистики.

Результаты исследований. При гистологических исследованиях препаратов головного мозга от цыплят с признаками поражения ЦНС, обращает на себя внимание отек головного мозга, микротромбы, в одном случае отек субдурального пространства с кровоизлияниями во внутреннюю мозговую оболочку головного мозга (серозный менингит) (рис. 1). В отличие от НБ, ГП, ЭМ, листериоза, - глиоза, периваскулярных муфт и иных признаков иммуноопосредованных, очаговых повреждений не наблюдается. Признаков энцефаломалиции, характерных при дефиците витамина Е, - также нет. Встречаются диффузно распределенные лимфоциты, но дисфункция головного мозга больше обеспечена нарушением микроциркуляции вследствие повреждения кровеносных сосудов и, нарушения водно-солевого обмена (см. далее результаты биохимических исследований). В печени, селезенке и легких отмечается повреждение эндотелия сосудов. В артериях чаще всего эндотелий в состоянии апоптоза и формирует радиально-сходящиеся выступы, в ряде случаев, с явлениями облитерации кровеносных сосудов (рис. 2).

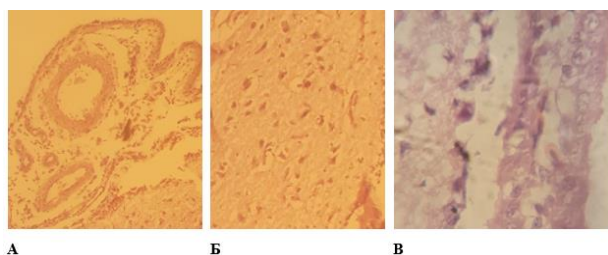


Рис. 1. Васкулит с периваскулярным отеком твердой мозговой оболочки у больных цыплят (А), аналогичный участок головного мозга у здоровых цыплят (Б, В)

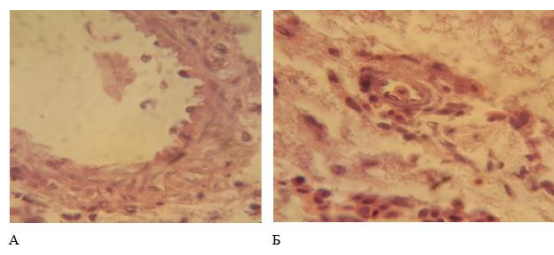


Рис. 2. Поражение эндотелия кровеносных сосудов головного мозга (А) и кровоизлияния (Б)

Серозный слой кишечника также характеризуется явлениями васкулита. Следует исключить ГП и НБ (для которых также характерно наличие серозитов, но в более позднем возрасте). В слепой кишке отмечается резко выраженная атрофия крипт. Тонкий отдел кишечника характеризуется пониженным тургором кишечных ворсин и, в ряде случаев, частичной атрофией. Признаков бактериальных инфекций, эймериозов не обнаружено.

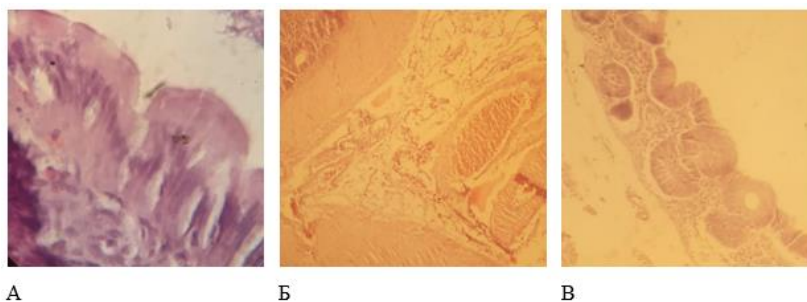


Рис. 3. Желудочно-кишечный тракт. Атрофия слизистых желез слепой кишки (А), воспаление серозного слоя тонкого отдела кишечника (Б), слепая кишка, здоровые цыплята (В)

Цыплята с признаками нарушения центральной нервной системы очевидно характеризуются наличием нарушения водно-солевого обмена и поражением кровеносных сосудов характерным для флавивирусной инфекции. У цыплят охарактеризованы как «здоровые», т.е. без признаков поражения ЦНС, отличаются практически полным отсутствием атрофических явлений в толстом кишечнике. Характерных для цыплят «перевертышей» поражений кровеносных сосудов не обнаружено.

Из биохимических данных видно, что у 28% клинически здоровых цыплят (в возрасте 10 суток) меньше нормы 28% уровень триглицеридов в сыворотке крови меньше нормы. У цыплят с поражениями нервной системы («перевертыши») удельная доля с гипотриацилглицеридемией составила 53% (OR 2.921, CI 1.019-8.369). Пониженное содержание триглицеридов говорит о мальабсорбции или воспалении тонкого отдела кишечника, что также может свидетельствовать о сниженном уровне витамина В₆, наиболее вероятно снижение потребления корма больными цыплятами. Содержание магния укладывается в нормативные значения во всех птичниках. Корреляции уровня триглицеридов с уровнем антител не наблюдалось ни в группе больных цыплят, ни в группе здоровых ($r_s = 0,299$ ($p > 0,05$) и $r_s = -0,002$ ($p > 0,05$) соответственно).

Содержание хлоридов в сыворотке крови не коррелирует с клиническим статусом «перевертыши», но часть проб в различных птичниках характеризуются превышением (и часто такое превышение связано с лихорадочными состояниями). Во всех птичниках много проб с пониженным содержанием хлоридов и это глобальный фактор, способный влиять на состояние центральной нервной системы, проводимость нервных импульсов, работу сердца. В то же время имеет место корреляция уровней магния и хлоридов у цыплят в возрасте 10 дней за счет наличия особей с более высокими значениями обеих веществ в крови. То есть может наблюдаться воздействие общего фактора (или лучше всасывание или хуже выведение, а не воспалительные процессы).

Таблица 1

Биохимические характеристики сыворотки крови у больных и здоровых цыплят

Тест	триглицериды г/л		магний, мг/дл		хлориды, мМ/л	
Норма	50-300		2,4-4,8		108-124	
Клин. статус	здоровые	больные	здоровые	больные	здоровые	больные
M + m	79,980 +10,017	52,289 +3,21	2,905 +0,12	3,849 +0,66	108,328 +3,55	108,092 +3,68
Ст окл	52,994	17,019	0,663	3,535	18,820	19,518
Cv, %	66,258	32,548	22,804	91,841	17,373	18,057
P-value	0,008		0,025		0,474	

Следует отметить, что антитела к флавивирусным антигенам более представлены у здоровых цыплят (в 10 дней это, скорее всего, трансовариальные антитела) и менее представлены у больных цыплят и, соответственно, утрата трансовариального иммунитета привела к флавивирусной инфекции.

«Перевертыши» характеризуются меньшим уровнем антител в сравнении с нормой и меньшим уровнем триглицеридов (табл. 2).

Таблица 2

Уровни антител к антигенам флавивирусов (ИФА), S/P

Параметр	«Перевертыши»	здоровые
M	0,4522 ± 0,023	0,553 ± 0,037
CV, %	27,95	35,258
P-value	0,0098	

Асимметричное, одностороннее распределение на диграмме рассеяния представляется закономерным, т.к. в природе крайне маловероятно синхронное влияние на популяцию факторов с противоположно-направленными векторами. Из диаграммы следует - обе группы цыплят (из одних и тех же птичников) подвергнуты негативному влиянию но выраженность этого воздействия разная.

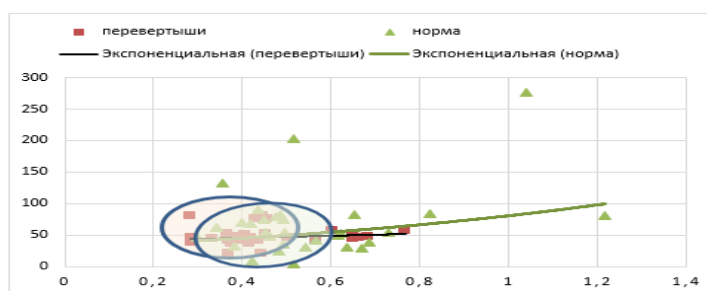


Рис. 5. Распределение здоровых и больных цыплят на двухмерной диаграмме по уровням антител и триглицеридов

Изучение корреляций между биохимическими параметрами не выявило взаимосвязи с клиническим статусом. Корреляция между уровнем магния и хлоридов имеет место у цыплят с разным клиническим статусом, но более выражена у здоровой птицы ($r_2 = 0,417-0,421$).

Закключение. В ходе проведённого исследования установлены значимые взаимосвязи между состоянием гуморального иммунитета к вирусу лихорадки Западного Нила и поражениями центральной нервной системы у цыплят бройлеров кросса ROSS 308. Биохимические изменения у больных цыплят включают: снижение уровня триглицеридов (гипотриацилглицеридемия у 53 % больных против 28 % у здоровых, OR = 2,921), что может свидетельствовать о мальабсорбции, воспалении тонкого отдела кишечника или сниженном потреблении корма.

Список литературы

1. Afonyushkin V.N., Ryabchikova E.I., Dudareva E.V., Axenov A.N., Shadrina A. Evaluation of flavivirus infection role in decrease of broiler chicken productivity in the Russian Federation in 2011-2013 // International Poultry Science Congress of WPSA Turkish Branch 9-12 May 2018 - Niğde, Turkey. - P. 177-187.
2. Рябчикова Е.И., Филипенко М.Л., Афонюшкин В.Н., Хоменко Ю.С. К вопросу о роли электронной микроскопии в своевременном выявлении новых инфекций кур и свиней // Ветеринария. - 2020. - № 2. - С. 27-31. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.2.27-31.
3. Афонюшкин В.Н., Рябчикова Е.И., Сильников В.Н., Дударева Е.В., Аксенов А.Н., Гальцова М.С. Влияние флавивирусной инфекции на продуктивность бройлеров // Ветеринария. - 2014. - № 8. - С. 15-19.
4. Афонюшкин В.Н., Аксенов А.Н., Филипенко М.Л. Обнаружение антител к флавивирусам у бройлеров с пониженной продуктивностью // Ветеринария. - 2015. - № 12. - С. 24-27.

5. Maslianko R.P., Bozhyk L.Ya., Pukalo P.Ya., Romanovych M.S. Molecular and biological diagnostics in infectious diseases and biotechnology // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. - 2015. - Т. 17. - № 1-1 (61). - С. 110-114.
6. Турицына Е.Г. Иммунодефициты птиц: этиология, патогенез, морфологическая диагностика и способы коррекции. - Красноярск, 2012.

<https://doi.org/10.26898/2026-220>
УДК 619:578.831.11:618.32

IN SILICO ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИГЕННЫХ ДЕТЕРМИНАНТ НУКЛЕОПРОТЕИНА ВИРУСА БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА

**Байрашев Т.А., аспирант, м.н.с.,
Галеева А.Г., канд. вет. наук, в.н.с.**

Федеральный центр токсикологической, радиационной и
биологической безопасности, Казань, Россия
e-mail: timurkin2011timur@mail.ru

Аннотация. Вирус болезни Ньюкасла (БН) генотипа VII доминирует в современной эпизоотической ситуации, генетически отличаясь от классических вакцинных штаммов генотипа II (Ла-Сота). Этот разрыв может снижать эффективность диагностики, особенно в рамках стратегии DIVA. В работе представлена *in silico* характеристика нуклеопротеина (NP) вируса БН для дизайна рекомбинантного антигена. С помощью биоинформационных методов проанализирована вариабельность белка NP генотипов II и VII, выявлены значимые аминокислотные замены в иммунодоминантном С-концевом домене. Структурное моделирование и картирование В-клеточных эпитопов позволили определить ключевые антигенные детерминанты, специфичные для циркулирующих штаммов. На основе полученных данных выбран оптимальный фрагмент NP генотипа VII. Спроектирована и кодонно-оптимизирована генетическая конструкция для экспрессии в *Escherichia coli*. Предложенный рекомбинантный антиген является перспективной основой для создания чувствительных тест-систем для дифференциальной диагностики БН.

Ключевые слова: болезнь Ньюкасла, биоинформационный анализ, дифференциальная диагностика, нуклеопротеин, рекомбинантный антиген

Введение. Болезнь Ньюкасла (БН), вызываемая вирусом *Avian orthoavulavirus 1* (ранее АРМV-1), остается одной из наиболее серьезных угроз для мирового птицеводства. Несмотря на повсеместную вакцинацию, вспышки заболевания продолжают регистрироваться в разных регионах мира [1, 2]. Современная эпизоотическая ситуация характеризуется выраженным генетическим разнообразием циркулирующих штаммов [3, 4]. В то время как большинство коммерческих вакцин, включая штамм Ла-Сота, базируются на историческом генотипе II (класс II), в полевых условиях Евразии и Африки в настоящее время доминируют вирулентные штаммы генотипа VII [5, 6]. Эта эволюционная дивергенция создает проблему «генетической дистанции»: поствакцинальный иммунитет предотвращает гибель птицы, но не всегда способен полностью блокировать репликацию и выделение полевого вируса (shedding), что способствует его скрытой циркуляции [7]. В контексте разработки эффективных средств диагностики особый интерес представляет нуклеопротеин (NP) вируса БН. NP является основным структурным белком вириона и состоит из консервативного N-концевого домена и более вариабельного неупорядоченного С-концевого домена, который экспонирован на его поверхности. Благодаря высокому уровню экспрессии

и иммуногенности, NP индуцирует ранний гуморальный ответ, что делает его главной мишенью для диагностических тест-систем. Кроме того, NP является ключевым инструментом для реализации стратегии DIVA: использование рекомбинантных векторных вакцин, экспрессирующих только гликопротеины F или HN, позволяет использовать тесты на основе NP для выявления инфицированных особей в вакцинированном стаде. Однако эффективность использования NP как универсального антигена зависит от степени его консервативности: накопление мутаций в иммунодоминантных участках может снижать чувствительность тестов, основанных на штаммах устаревших генотипов [8].

Целью данной работы является проведение сравнительного биоинформационного анализа гена NP актуальных генотипов вируса БН для выявления ключевых эпитопов и дизайна генетической конструкции, пригодной для экспрессии рекомбинантного белка.

Материалы и методы. Первичным материалом для исследования послужили нуклеотидные последовательности гена NP и аминокислотные последовательности белка, депонированные в базе данных NCBI GenBank. Для сравнительного анализа были отобраны референсные последовательности исторического генотипа (NDV/LaSota/USA/1998 (AF077761), NDV/VG/GA/USA/2007 (EU289028), APMV-1/chicken/US(TX)/GB/1948 (GU978777), NDV/Palestine/chicken/Komarov/1945 (KT445901)), и выборка актуальных изолятов генотипа VII, выделенных за последние годы на территории России и Китая (NDV/chicken/Moscow/6081/2022 (PP766718), Adygea/duck/12/2008 (KP189357), poultry/Rus/Bashkortostan/2776/2022 (PQ641092), YZCQ/Liaoning/China/08 (JX867334), QG/Hebei/China/07 (GQ994434)). Множественное выравнивание последовательностей проводилось с использованием алгоритма MUSCLE в программном пакете MEGA X. Филогенетический анализ выполнялся методом maximum likelihood. Физико-химические параметры белка (молекулярная масса, pI, индекс неустойчивости, GRAVY) рассчитывались с помощью инструмента ProtParam на сервере ExPASy. Построение трехмерной модели осуществлялось методом гомологического моделирования на сервере SWISS-MODEL с последующей визуализацией в PyMOL. Поиск сайтов гликозилирования и трансмембранных доменов выполнялся с использованием серверов NetNGlyc, NetOGlyc и TMHMM 2.0 (DTU Health Tech, Дания). Идентификация линейных В-клеточных эпитопов проводилось с использованием IEDB. Применялся комбинированный подход, включающий предсказание линейных эпитопов (BepiPred 2.0) и гидрофильности (Parker). Дизайн и *in silico* клонирование рекомбинантной плазмиды выполнялось в программном обеспечении Benchling. Кодонная оптимизация последовательности для экспрессии в *Escherichia coli* проводилась с помощью сервера ExpOptimizer.

Результаты исследования. Анализ варибельности и структурная характеристика. На первом этапе работы было проведено множественное выравнивание аминокислотных последовательностей белка NP штаммов и изолятов генотипов II и VII. Общий уровень гомологии составил 82%. Анализ выявил неравномерное распределение полиморфизмов: N-концевой домен (1-400 а.о.) продемонстрировал высокую консервативность, тогда как С-концевой регион характеризовался повышенной варибельностью. Были идентифицированы замены, характерные для генотипа VII, в позициях 401-408, 413, 421-422, 424-427, 431-434, 438-440, 445, 450, 456, 461, 463-465, 467-472, 474-477, 479-480, 485 а.о., способные влиять на конформацию «хвостовой» части белка. Анализ вторичной структуры и 3D-моделирование показали преобладание альфа-спиралей в N-концевой области и наличие неупорядоченных структур на С-конце. Прогноз посттрансляционных модификаций выявил наличие сайтов гликозилирования и фосфорилирования, часть из которых затрагивается мутациями в полевых штаммах.

Картирование эпитопов. С использованием инструментов IEDB и анализа литературных данных в структуре белка было предсказано 2 потенциальных иммунодоминантных эпитопа. При наложении карт эпитопов на профиль варибельности было обнаружено, что ряд эпитопов в С-концевом домене содержит аминокислотные

замены, специфичные для генотипа VII. Это подтверждает гипотезу о возможности изменения антигенного профиля полевых штаммов по сравнению с вакцинным, что может снижать эффективность диагностики. Аминокислотная карта белка NP представлена в таблице.

Аминокислотная карта белка NP

Белок	Аминокислотная последовательность
NP (GenBank ID: AGR34131.1 , 1-489)	MSSVFDEYEQLLAAQTRPNGAHGGGEKGSTLKVDPVPVFTLNSDDPEDRWSEFVVFCLRI AVSEEDANKPLRQGALISLLCSHSQVMRNHVALAGKQNEATLAVLEIDGFGANGTPQFNN RSGVSEERAQRFAMIAGSLPRACSNBTPFVTAGAEDDAPEDITDITLERILSIQAQVWVT VAKAMTAYETADESETRRINKYMQQGRVQKKYILYPVCRSTIQLTIRQSLAVRIFLVSE LKRGRNTAGGTSTYYNLVGDDVSIRNTGLTAFFLTLKYGINTKTSALALSSLSGDIQK MKQLMRLYRMKGDNAPYMTLLGDSQMSFAPAQYLYSFAMGMAVLDKGTGKY QFARDFMSTSFWRGLGVEYAQAQGSINEDMAAELKLTAAARRGLAAAAQRVSEETSSI DMPITQQVGVLITGLSEGGSQLQGGSNRSQGGQPEAGDGETQFLDLMLRAVANSMREAPN SAQCTPQSGPPPIPGPSQDNDITDWGY

Примечание. XXX – В-клеточные эпитопы; XXX – Т-клеточные эпитопы; XXX – сигнальные пептиды; XXX – трансмембранные домены; XXX – сайты N-гликозилирования; XXX – сайты O-гликозилирования.

Обоснование выбора референсного генотипа и системы экспрессии. При выборе последовательности для дизайна антигена приоритет был отдан консенсусной последовательности NP генотипа VII. Поскольку основной задачей в стратегии DIVA является выявление антител к дикому вирусу (у птиц, привитых векторными вакцинами, антител к NP нет, если они здоровы), использование антигена, характеризующегося высокой степенью идентичности к циркулирующему возбудителю, критически важно. Это обеспечивает максимальную аффинность связывания антител и повышает чувствительность ИФА.

Биоинформационная оценка показала, что антигенная активность NP, в отличие от гликопротеинов F и HN, не имеет строгой зависимости от сложного паттерна гликозилирования, характерного для эукариотических систем. Анализ индексов гидропатии подтвердил возможность получения белка в прокариотической системе. В связи с этим система *E. coli* была выбрана как оптимальный баланс между сохранением антигенных свойств и экономической эффективностью производства диагностикума.

Дизайн генетической конструкции. На основании полученных данных был выбран С-концевой домен (400-489 а.о.); выбор данного фрагмента обусловлен высокой плотностью иммунодоминантных эпитопов, исключением гидрофобных участков, вызывающих агрегацию, и охватом вариабельных зон, специфичных для генотипа VII. Последовательность была подвергнута кодонной оптимизации для *E. coli*. *In silico* клонирование в вектор рЕТ-32а(+) включало добавление 6xHis-tag для очистки. Анализ трансляции подтвердил корректность рамки считывания и соответствие расчетной массы целевого продукта – 30 кДа (с учетом Trx-тега).

Заключение. В ходе исследования проведен биоинформационный анализ белка NP вируса болезни Ньюкасла, подтвердивший генетическую дивергенцию между вакцинным генотипом II и актуальным генотипом VII, особенно в иммунодоминантных участках. Это диктует необходимость обновления антигенной базы диагностических средств. На основе данных *in silico* разработана стратегия получения рекомбинантного антигена: определен фрагмент белка генотипа VII и спроектирована оптимизированная конструкция для экспрессии в *E. coli*. Предложенный подход открывает перспективы для создания доступных и высокочувствительных тест-систем, необходимых для реализации стратегии DIVA и эффективного контроля болезни Ньюкасла.

Список литературы

1. Mao Q., Ma S., Schrickel P. L., Zhao P., Wang J., Zhang Y., Li S., Wang C. Review: detection of Newcastle disease virus // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2022. – Vol. 9. – Art. 936251. DOI: 10.3389/fvets.2022.936251.
2. Bu Y.W., Yang H.M., Jin J.H., Zhao J., Xue J., Zhang G.Z. Recombinant Newcastle disease virus (NDV) La Sota expressing the haemagglutinin-neuraminidase protein of genotype VII NDV shows improved protection efficacy against NDV challenge // *Avian Pathology*. – 2019. – Vol. 48. – No. 2. – P. 91–97. DOI: 10.1080/03079457.2018.1548754.
3. Perozo F., Villegas P., Dolz R., Afonso C.L., Purvis L.B. Evaluation of the Newcastle disease virus genotype VII-mismatched vaccines in SPF chickens: A challenge efficacy study // *Transboundary and Emerging Diseases*. – 2025. DOI: 10.1016/j.vas.2024.100348.
4. Dimitrov K.M., Ferreira H.L., Pantin-Jackwood M.J. et al. Genotype VII.1.1-based Newcastle disease virus vaccines afford better protection against field isolates in commercial broiler chickens // *Vaccines (Basel)*. – 2022. – Vol. 10. – No. 2. – Art. 205. DOI: 10.3390/vaccines10020205.
5. Dimitrov K.M., Abolnik C., Afonso C.L., Albina E., Bahl J., Berg M. et al. Updated unified phylogenetic classification system and revised nomenclature for Newcastle disease virus // *Infection, Genetics and Evolution*. – 2019. – Vol. 74. – Art. 103917. DOI: 10.1016/j.meegid.2019.103917.
6. Hu Z., He X., Deng J., Hu J., Liu X. Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines // *Veterinary Research*. – 2022. – Vol. 53. – Art. 99. DOI: 10.1186/s13567-022-01118-w.
7. Xu X., Ding Z., Yuan Q., Ding J., Li J., Wang W., Cong Y., Ouyang W., Wang Y., Qian J., Yin R. A genotype VII Newcastle disease virus-like particles confer full protection with reduced virus load and decreased virus shedding // *Vaccine*. – 2019. – Vol. 37, iss. 3. – P. 444–451. DOI: 10.1016/j.vaccine.2018.11.068.
8. Bello M.B., Yusoff K., Ideris A., Hair-Bejo M., Peeters B.P.H., Omar A.R. Diagnostic and Vaccination Approaches for Newcastle Disease Virus in Poultry: The Current and Emerging Perspectives // *BioMed Research International*. – 2018. – Vol. 2018. – Art. 7278459. DOI: 10.1155/2018/7278459.

<https://doi.org/10.26898/2026-221>
УДК 619:578.76:578.828:615.281.8

ОЦЕНКА ИММУНОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНОГО БЕТУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ФЕРМЕНТНУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ У МОРСКИХ СВИНОК, ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Бармина К.А., канд. вет. наук
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: barmina_1999@inbox.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования иммуномодулирующего эффекта производного бетулиновой кислоты на активность миелопероксидазы (МПО) нейтрофилов у морских свинок, инфицированных вирусом лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС). Показано, что введение химически модифицированного соединения приводило к достоверному повышению ферментной активности МПО как на 45-е, так и на 90-е сутки эксперимента, что свидетельствует о стойкой стимуляции ферментной активности нейтрофилов на фоне вирусной инфекции. Это подтверждается повышением СЦК МПО как

при однократном (в 1,6 и 1,3 раза), так и при двукратном введении (в 1,4 и 1,2 раза по сравнению с контрольной группой в оба срока исследования).

Ключевые слова: вирус лейкоза крупного рогатого скота, морские свинки, миелопероксидаза, СЦК, нейтрофилы

Введение. Нейтрофилы играют ключевую роль в врождённом иммунитете, обеспечивая защиту организма от микробных патогенов посредством фагоцитоза. В ходе этого процесса они генерируют активные формы кислорода, способствующие уничтожению захваченных бактерий [1-3].

Как и некоторые микроорганизмы, различные вирусы способны модулировать иммунную функцию нейтрофилов. Это нарушение создаёт предрасположенность к коинфекциям и может усугублять их течение. В частности, вирус лейкоза крупного рогатого скота ассоциирован с повышенной восприимчивостью к определённым бактериальным и вирусным агентам [4-6]. Таким образом, увеличение частоты инфекций у животных, инфицированных ВЛКРС, может быть обусловлено нарушениями врождённого иммунного ответа. Хотя роль лимфоцитов и моноцитов/макрофагов в патогенезе лейкоза крупного рогатого скота изучена достаточно подробно, функциональные изменения нейтрофилов остаются слабо исследованными и описаны лишь в единичных работах [7-9]. Целью нашего исследования являлась оценка иммуномодулирующего действия производного бетулиновой кислоты на ферментную активность нейтрофилов морских свинок, зараженных ВЛКРС.

Материалы и методы. В эксперименте использовали 20 морских свинок линии агути массой по 450-500 г. Экспериментальное исследование включало четыре группы морских свинок. В 1-й опытной группе животные были инфицированы вирусом лейкоза крупного рогатого скота и получили однократную обработку химически модифицированным производным бетулиновой кислоты. Во 2-й группе инфицированные особи подвергались двукратному введению препарата. 3-я группа включала инфицированных животных, которым не вводили препарат. 4-я группа состояла из интактных особей и служила контролем. Забор крови проводили из ретроорбитального венозного сплетения на 45-е и 90-е сутки после начала эксперимента.

Оценка активности миелопероксидазы осуществлялась по методу Грэхема – Кнолля с окраской мазков бензидином. При микроскопии мазков нейтрофилы дифференцировали по плотности гранул: низкая (Н1), средняя (Н2) и высокая (Н3) и производили расчет среднего цитохимического коэффициента (СЦК) по формуле

$$\text{СЦК} = \frac{1 \times \text{Н1} + 2 \times \text{Н2} + 3 \times \text{Н3}}{100}, \text{ у.е.};$$

Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере с помощью программы Excel из пакета Microsoft Office. Рассчитывали средние арифметические значения и их стандартные ошибки ($M \pm m$), достоверность различий между группами оценивали по критерию Стьюдента (t-критерий).

Результаты исследований. На 45-е сутки эксперимента во всех опытных группах наблюдалось повышение ферментной активности миелопероксидазы по сравнению с фоновыми показателями, полученными у интактных животных (см. таблицу). На это прежде всего указывало увеличение процента нейтрофилов с высокой степенью плотности гранул как в 1-й группе в 2,4 раза в сравнении с контрольной группой, а также, во 2-й группе в 1,9 раза. Вследствие этого наблюдаем подъем СЦК – до $1,69 \pm 0,20$ у.е. ($p < 0,05$) и $1,51 \pm 0,14$ у.е. против $1,09 \pm 0,12$ у.е. в контроле. При сравнении значений гранул с низкой и средней степенью насыщенностью у 1-й группы была снижена в 1,4 и 1,7 раза, у 2-й группы – в 1,5 и 1,2 раза против контроля.

К 90-м суткам эксперимента признаки активации аэробного метаболизма в нейтрофилах сохранялись преимущественно у животных, получавших исследуемый препарат, что свидетельствует о его устойчивом иммуномодулирующем действии. У особей из 1-й и 2-й опытных групп отмечено увеличение доли гранул с высокой степенью насыщенности в 1,5 и 1,2 раза соответственно по сравнению с интактными животными. Уровень СЦК в этих группах составил $1,58 \pm 0,18$ и $1,37 \pm 0,11$ у.е., тогда как в контрольной группе он находился на уровне $1,18 \pm 0,07$ у.е. В то же время у животных 3-й группы – инфицированных, но не получавших препарат – показатели ферментной активности нейтрофилов снизились до фоновых значений, зафиксированных в контроле.

**Ферментная активность миелопероксидазы нейтрофилов у морских свинок
контрольной и опытных групп, $M \pm m$**

Срок исследования, сутки	Группа животных	Степень плотности гранул, %			СЦК, у.е.
		низкая	средняя	высокая	
45	Контроль	$20,00 \pm 3,05$	$18,00 \pm 4,00$	$18,66 \pm 1,76$	$1,09 \pm 0,12$
	1-я	$14,25 \pm 2,17$	$10,50 \pm 1,75$	$44,75 \pm 5,96^{**}$	$1,69 \pm 0,20^*$
	2-я	$13,00 \pm 2,74$	$15,25 \pm 1,43$	$36,00 \pm 4,20^*$	$1,51 \pm 0,14$
	3-я	$20,50 \pm 2,18$	$21,25 \pm 1,49$	$27,00 \pm 1,87^*$	$1,44 \pm 0,03^*$
90	Контроль	$12,66 \pm 1,76$	$13,33 \pm 1,33$	$26,33 \pm 3,28$	$1,18 \pm 0,07$
	1-я	$9,00 \pm 3,60$	$13,66 \pm 2,60$	$40,66 \pm 8,65$	$1,58 \pm 0,18$
	2-я	$12,00 \pm 2,94$	$15,50 \pm 2,50$	$31,50 \pm 4,79$	$1,37 \pm 0,11$
	3-я	$14,00 \pm 2,74$	$10,75 \pm 1,89$	$28,50 \pm 1,04$	$1,21 \pm 0,06$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Заключение. На основании полученных данных можно заключить, что производное бетулиновой кислоты обладает выраженным иммуномодулирующим действием у морских свинок, инфицированных вирусом лейкоза крупного рогатого скота. Это проявляется в повышении ферментной активности нейтрофилов. Увеличение активности миелопероксидазы наблюдалось как при однократном, так и при двукратном введении препарата, что свидетельствует о его устойчивом биологическом эффекте даже после одного курса воздействия.

Список литературы

1. Валихов А.Ф. Лейкоз крупного рогатого скота: контроль и профилактика болезни // Молочная промышленность. – 2018. – № 9. – С. 74-77.
2. Власенко В.С., Борисов Е.С., Новикова Н.Н. Эпизоотическая ситуация по лейкозу крупного рогатого скота в Омской области и краткосрочный прогноз ее развития // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 10. – С. 85-92.
3. Вишневский Е.А., Бармина К.А. Изменение иммунного статуса при моделировании лейкозной инфекции у морских свинок // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов XX Междунар. (заочная) науч.-практ. конф. - Барнаул, 2025. - Кн. 2. – С. 122-124.
4. Будулов Н.Р., Гунашев Ш.А., Микайлов М.М., Катаева Д.Г., Морфологические, биохимические и иммунологические показатели здоровых и инфицированных вирусом лейкоза телок // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 119-123.
5. Никитин М.А., Зиннатов Ф.Ф., Якупов Т.Р. Циркулирующие иммунные комплексы с провирусной ДНК при лейкозе коров // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 4. – С. 47-49.

6. Marawan M.A., Alouffi A., Tokhy S. et al. Bovine leukaemia virus: current epidemiological circumstance and future prospective // *Viruses*. – 2021. – Vol. 13 (11). – P. 2167.
7. Власенко В.С., Бармина К.А., Новикова Н.Н. и др. Моделирование лейкозной инфекции у морских свинок // *Ветеринария и кормление*. – 2024. – № 1. – С. 29-31.
8. Vlasenko V.S., Pleshakova V.I., Bayseitov S.T., Lescheva N.A., Assessment of the impact of betulin on the immune status of cows with leukemia-associated infection // *KnE Life Sciences. International research conference on challenges and advances in farming, food manufacturing, agricultural research and education*. – Dubai, 2021. – P. 693-700.
9. Власенко В.С., Вишневецкий Е.С., Реакции клеточного иммунитета в оценке предрасположенности крупного рогатого скота к лейкозной инфекции. – Омск: ФГБНУ Омский АНЦ, 2022. – 190 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-222>
УДК 619:577.21:001.891.53:579.83

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ТОКСИГЕННЫЕ ПРОФИЛИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КЛОСТРИДИОЗОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Безбородова Н.А., канд. вет. наук

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН,
Екатеринбург, Россия
e-mail: info@urnivi.ru

Аннотация. По результатам молекулярно-генетического исследования 326 проб биологического материала от крупного рогатого скота, исследованных в период с 2020 по 2025 г., установлена высокая распространённость патогенных клостридий (72,0%, n = 237). Доминировали виды *Cl. difficile* (59,0%, n = 140) и *Cl. perfringens* (41,0%, n = 97). Максимальная частота детекции отмечена в фекалиях (78,0%) и патолого-анатомическом материале (78,4%). Идентифицирована ДНК других видов: в фекалиях – *Cl. tetani*, ассоциации *Cl. difficile* / *Cl. perfringens* A; в органах – *Cl. novyi* A, *Cl. difficile* / *Cl. sordellii*; в раневом экссудате – комплекс *Cl. difficile* / *Cl. sordellii* / *Cl. perfringens* типов A/F. Резервуарами клостридий являлись корма (сенаж, силос, кормовые добавки) и биоматериал от животных (фекалии, экссудат). Генотипирование выявило преобладание токсигенных штаммов: у 86% изолятов *Cl. difficile* с доминирование гена CDT (36%), у 33% *Cl. perfringens* токсинотипа А. Данные свидетельствуют об интенсивной циркуляции патогенных клостридий в популяции крупного рогатого скота на территории УрФО.

Ключевые слова: клостридии, крупный рогатый скот, ДНК-диагностика, токсинотип, биологический материал, корма, полимикробные ассоциации

Введение. Род *Clostridium* представляет собой филогенетически гетерогенную группу анаэробных, спорообразующих бактерий, обитающих в почве и желудочно-кишечном тракте животных. В результате значительной реструктуризации многие виды переведены в другие роды, а сам род в современном понимании включает как патогенные, так и сапрофитные виды [1]. Виды бактерий *Clostridium* spp. подразделяют на нейротоксические (возбудители ботулизма, столбняка), гистотоксические (газовая гангрена, клостридиальный миозит) и энтеротоксические (*Cl. perfringens* тип A-E, *Cl. difficile*) в зависимости от целевой ткани и патогенной экспрессии [2].

Клостридиозы чаще поражают молодняк и высокопродуктивных животных (после отелов). Заболевания развиваются при сочетании наличия возбудителя (экзогенного или

части условно-патогенной микрофлоры) и предрасполагающих факторов: кормовой стресс, травмы, метаболические нарушения (ацидозы, кетозы), неконтролируемое применение антибиотиков. Основной механизм повреждения – действие мощных экзотоксинов (гистотоксических, нейротоксических, энтеротоксических) [3, 4].

Диагностика клостридиозов является комплексной задачей из-за сходства клинических признаков с другими болезнями и частого молниеносного течения. Включает эпизоотологический, клинический и патологоанатомический анализы [5]. Золотым стандартом лабораторной диагностики признается микробиологический анализ, современным – молекулярно-генетический метод (ПЦР, ПЦР в реальном времени), позволяющий быстро, специфично и количественно идентифицировать возбудителя и определять его токсинотип в пробах биоматериала, минуя сложные бактериологические исследования. Классические микробиологические методы трудоемки, но должны всегда подтверждать результаты ПЦР [5, 6].

В ходе многолетних исследований видовое разнообразие патогенных клостридий было выявлено в 16 субъектах РФ, включая Московскую, Тюменскую, Рязанскую, Курскую, Иркутскую, Нижегородскую, Кировскую, Тверскую, Белгородскую, Псковскую, Саратовскую, Самарскую, Челябинскую области, а также Республику Мордовию. Повсеместно доминирующими видами являются *Cl. perfringens* и *Cl. septicum*. Реже, но устойчиво, встречаются *Cl. sporogenes*, *Cl. bifermentans* и *Cl. butyricum*. Единичные случаи выделения отмечены для *Cl. difficile* [7]. Анализ биологических проб от крупного рогатого скота в Свердловской области в 2020–2022 гг. показал высокую (76,2%) частоту выявления геномов *Cl. difficile* и *Cl. perfringens*. К 2023 году этот показатель снизился до 54,7%. Среди выявленных изолятов *Cl. difficile* 41,3% были токсигенными, 17,2% – не обладали данными свойствами [8–10].

В Российской Федерации зарегистрировано 15 вакцин против клостридиозов КРС как отечественного, так и зарубежного производства. Однако анализ практики их применения выявил критическое несоответствие заявленной эффективности. Большинство сельхозпредприятий использовали поливалентные вакцины на основе В- и Е-анатоксинов *Cl. perfringens* типов В, С и D. При этом вакцины, содержащие анатоксин против доминирующего в полевых условиях типа А, применялись существенно реже. Это указывает на потенциальную недостаточную эффективность существующих схем иммунопрофилактики против реально циркулирующего возбудителя [8].

Цель исследования - оценить распространённость, видовую структуру и генетические особенности патогенных клостридий у крупного рогатого скота на территории Уральского федерального округа (УрФО) в 2020–2025 гг. с определением основных резервуаров возбудителя.

Материалы и методы. Работа осуществлена в рамках государственного задания Минобрнауки России «Изучение современных особенностей приоритетных патогенов и восприимчивых сельскохозяйственных животных и разработка актуального комплекса диагностических, иммунобиологических препаратов и подходов для управления, прогнозирования и обеспечения эпизоотической и биологической безопасности» (№ 0532-2026-0006) в отделе геномных исследований и селекции животных на базе Уральского НИВИ – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИИЦ УрО РАН.

В период с 2021 по 2025 год исследовано 326 биологических проб из 39 молочно-товарных предприятий УрФО.

Перечень поступивших на исследование проб: сборные пробы фекалий от телят и коров, секрет молочной железы от больных маститом коров, соскобы с раневых поверхностей у коров, смывы из носовой полости телят, суставная жидкость, кусочки паренхиматозных органов павших коров, кусочки последа, гомогенат из паренхиматозных органов абортрованного плода, смывы с окружающей среды и оборудования, подстилка,

корма с кормового стола коров, пробы корма и кормового сырья (сенаж, силос, монокорм, кормосмесь, зерно кукурузы, пшеницы и ячменя, комбикорм, силос, сенаж).

Образцы тканей и органов гомогенизировали в стерильных фарфоровых ступках при помощи пестика или с использованием автоматического гомогенизатора TissueLyser LT (QIAGEN GmbH, Германия), после чего готовили 10% суспензию на стерильном физиологическом растворе, служившую материалом для выделения нуклеиновых кислот. Пробы кормов доставляли в лабораторию в количестве 1–1,5 кг в целлофановых пакетах, готовили среднюю пробу, перемалывали и измельчали на мельнице «ВЫЮГА-3МТ» (Россия). Фекалии и молоко доставляли в стерильных одноразовых пластиковых контейнерах. Смывы с раневых поверхностей и из носовых ходов отбирали в пробирки типа Эппендорф с транспортной средой, а суставную жидкость – в стерильные шприцы. Для выделения ДНК из большинства типов биоматериала применяли коммерческий набор «Diatom DNA Prep 200» (ООО «ИзоГен», Россия), а для получения качественной ДНК из фекалий – специализированный набор HiPure Stool DNA Kit (Guangzhou Magen Biotechnology Co., Китай). Для выявления клостридиальной инфекции использовали тест-наборы «РеалБест-Вет ДНК *Cl. difficile*/*Cl. perfringens*» и «РеалБест-Вет ДНК *Cl. difficile* tcdA/tcdB/CDT» (АО «Вектор-Бест», Россия). Амплификацию в режиме реального времени проводили на оборудовании QuantStudio 5 (США). Концентрацию выделенной ДНК измеряли на флуориметре MaxLife (Россия) с набором реагентов dsDNA (ООО «МВМ-Диагностик», Россия). Токсинотипы *Cl. perfringens* определяли методом ПЦР по результатам детекции генов, кодирующих основные токсины: ϵ -токсин (etx), ι -токсин (iap), фосфолипазу C (plc), энтеротоксин (cpe) и β -токсин (cpb). Генотипирование проводили согласно протоколу, предложенному Julian I. Rood [11], который также позволяет определять *Cl. perfringens* типа F, неспецифичного для животных. Остальные анаэробные патогены были выявлены с помощью разработанных нами ПЦР тест-систем (*Cl. sordellii*, *Cl. novyi* (типы A, B), *Cl. histolyticum*) и оптимизированных протоколов (*Cl. chauvoei*, *Cl. septicum*, *Cl. tetani*, *Cl. botulinum*) в ранее опубликованных материалах статьи с подробным описанием методик исследований [12].

Результаты исследований. В период с 2020 по 2025 г. исследовано 326 биологических проб от крупного рогатого скота. ДНК клостридий обнаружена в 237 пробах (72%). Среди положительных проб *Clostridium difficile* выявлена в 140 случаях (59 %), а *Clostridium perfringens* – в 97 случаях (41 %), остальные виды клостридий были выявлены единично.

Проведённый анализ биологических проб выявил разнообразие видового состава клостридий в зависимости от типа материала. Наибольшая частота детекции ДНК клостридий отмечена в фекалиях (209 проб – наличие ДНК клостридий 78,0 %), патологическом материале от павших и вынуждено убитых животных (51 проба – наличие ДНК клостридий 78,4 %), смывах со слизистой оболочки носовых ходов (15 проб – наличие ДНК клостридий 93,3 %), в пробах секрета молочной железы от больных маститом коров (5 проб – наличие ДНК *Cl. difficile* 40 %). В пробах суставной жидкости ДНК клостридий не обнаружена. В фекалиях были идентифицированы ДНК *Cl. tetani*, а также наличие специфичных последовательностей участков ДНК *Cl. tetani*, *Cl. difficile* и *Cl. perfringens* тип A. В паренхиматозных органах павшего животного обнаружена ДНК *Cl. novyi* тип A, а также ассоциация *Cl. difficile* и *Cl. sordellii*. В экссудате раневого отделяемого выявлен комплекс ДНК *Cl. difficile*, *Cl. sordellii* и *Cl. perfringens* типов A/F, что указывает на потенциальную роль полимикробных ассоциаций в развитии раневой инфекции.

Разная контаминация ДНК клостридий установлена в кормах: в люцерне единично обнаружена ДНК *Cl. difficile*; в белковой добавке и сенаже выявлены различные комбинации, включая ДНК *Cl. difficile* и *Cl. perfringens*, *Cl. tetani* с *Cl. difficile* и *Cl. perfringens* тип A, а также *Cl. sordellii* и *Cl. septicum*. В кукурузном силосе детектирована ДНК токсигенных штаммов *Cl. difficile* (носителей генов токсинов A, B, CDT) и *Cl. perfringens*. Эти данные

подтверждают роль кормов как резервуара и фактора передачи патогенных клостридий, включая виды, ассоциированные с газовой гангреной (*Cl. novyi*, *Cl. septicum*), столбняком (*Cl. tetani*) и кишечными инфекциями.

Молекулярно-генетический анализ проб, содержащих ДНК *Cl. difficile* (n = 140), выявил высокую частоту детекции генов, кодирующих основные факторы патогенности. Гены токсинов были обнаружены в 86% всех положительных проб. Наиболее часто идентифицировался ген, ответственный за синтез бинарного токсина CDT (36%). Гены, кодирующие токсин А и токсин В, выявлялись с частотой 26% и 24% соответственно. ДНК нетоксигенных штаммов - 14%.

Среди проб, в которых обнаружена ДНК *Cl. perfringens* (n = 97), методом ПЦР наиболее часто выявляли гены, характерные для токсинотипа А (33%). Генетические маркеры других токсинотипов определялись существенно реже: токсинотип D – в 5% случаев, E – в 4%, C – в 3%, B – в 1%. Маркеры токсинотипа F были выявлены единично.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили широкое распространение ДНК клостридий и генетических детерминант их патогенности, с доминированием генов токсинотипа А у *Cl. perfringens* и гена бинарного токсина CDT у *Cl. difficile*.

Выводы. В результате проведенных ПЦР-исследований установлено широкое распространение ДНК патогенных клостридий в биологическом материале от крупного рогатого скота, составляющая 72 % от 326 исследованных проб. Чаще всего в пробах обнаруживали ДНК *Cl. difficile* (59% от положительных проб) и ДНК *Cl. perfringens* (41%). Наиболее информативным для детекции ДНК анаэробов оказались фекалии (78%), патологический материал от павших и вынужденно убитых животных (78,4%) и смывы со слизистой носовых ходов (93,3%). Выявлено разнообразие видового состава, включающего *Cl. tetani*, *Cl. novyi* типа А, *Cl. sordellii* и *Cl. septicum*, а также полимикробные ассоциации в патологическом материале, кормах и кормовом сырье. Фекалии, корма и кормовое сырье служили резервуаром для множества видов клостридий, включая возбудителей газовой гангрены и столбняка, что определяет их роль как ключевого фактора передачи инфекции. Молекулярно-генетический анализ подтвердил широкую циркуляцию токсигенных клостридий: у *Cl. difficile* гены патогенности обнаружены в 86% случаев с преобладанием гена бинарного токсина CDT (36%), а у *Cl. perfringens* доминировали гены токсинотипа А (33%). Полученные данные подчёркивают эпизоотологическую значимость клостридиозов и необходимость анализа как биологического материала от животных, так и корма.

Список литературы

1. Безбородова Н.А. Современный подход к проблеме клостридиозов в животноводстве: отбор проб, лабораторная диагностика, профилактика // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - 2020. - № 3 (35). - С. 392–402. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202003016.
2. Безбородова Н.А., Шилова Е.Н., Соколова О.В. и др. Обнаружение и идентификация лабораторными методами бактериальных патогенов рода *Clostridium*, выявленных у крупного рогатого скота на территории Уральского региона // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - 2022. - № 1 (41). - С. 83–92. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202201010.
3. Безбородова Н.А., Белоусов А.И., Соколова О.В. и др. Особенности метаболического профиля коров при клостридиозах // Ветеринария. - 2023. - № 9. - С. 17–22. DOI: 10.30896/0042-4846.2023.26.9.17-22.
4. Клостридиозы крупного рогатого скота: характеристика основных возбудителей, диагностика, меры профилактики и борьбы: метод. рекомендации / Т.Е. Судоргина, Т.И. Глотова, С.В. Котенева и др. - Новосибирск, 2025. - 55 с.
5. Судоргина Т.Е., Глотова Т.И., Нефедченко А.В. и др. Частота выделения бактерий *Clostridium* spp. и их ассоциаций при различных формах клостридиоза крупного

- рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2024. - Т. 54. - № 3. - С. 55–62.
6. Правила и методы отбора проб в животноводстве и ветеринарии для лабораторных исследований: метод. рекомендации / О.В. Соколова, И.А. Шкуратова, А.П. Порываева и др. - Екатеринбург, 2025. - 52 с.
7. Безбородова Н.А., Томских О.Г., Порываева А.П. и др. Клостридиальная инфекция крупного рогатого скота и виды патогенов рода *Clostridium* на территории УрФО // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2024. - № 5 (109). - С. 226–232. DOI: 10.37670/2073-0853-2024-109-5-226-232.
8. Безбородова Н.А., Порываева А.П., Шилова Е.Н. и др. Оценка эффективности вакцин против клостридиозов крупного рогатого скота с учётом доминирующих анаэробных возбудителей на территории Свердловской области // Ветеринария Кубани. - 2025. - № 1. - С. 4–7. DOI: 10.33861/2071-8020-2025-1-4-7.
9. Клостридиозы крупного рогатого скота: характеристика основных возбудителей, диагностика, меры профилактики: метод. рекомендации / Т.Е. Судорогина, Т.И. Глотова, С.В. Котенева и др. - Новосибирск, 2024. - 66 с.
10. Нефедченко А.В., Судорогина Т.Е., Глотова Т.И. и др. Видовая идентификация бактерий рода *Clostridium*, выделенных от крупного рогатого скота, при помощи мультиплексной ПЦР в режиме реального времени // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. - 2025. - Т. 17. - № 2. - С. 315–333. DOI: 10.12731/2658-6649-2025-17-2-1178.
11. Rood J.I., Adams V., Lacey J., Lyras D. et al. Expansion of the *Clostridium perfringens* toxin-based typing scheme // Anaerobe. - 2018. - Vol. 53. - P. 5–10. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2018.04.011.
12. Безбородова Н.А., Мартынов Н.А., Шилова Е.Н. и др. Разработка наборов для идентификации бактерий рода *Clostridium* и токсинотипов *Cl. perfringens* // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. - 2024. - Т. 16. - № 5. - С. 130–155. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-984.

<https://doi.org/10.26898/2026-223>

УДК 619:616.61-008.64:636.8

ПОЧЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ У КОШЕК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Бируля А.М., студент,

Бируля К.М., студент

Научный руководитель – Садовникова Е.Ф., канд. вет. наук, доцент

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,

Витебск, Республика Беларусь

e-mail: elena_dear@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы почечной недостаточности у домашних кошек в Республике Беларусь. Обсуждаются основные причины и факторы риска развития заболевания, описываются клинические проявления. Также акцентируется внимание на важности профилактических мероприятий и регулярных ветеринарных осмотров для раннего выявления заболевания. Исследование основано на анализе данных, полученных от ветеринарных клиник, и направлено на повышение осведомленности владельцев кошек о почечной недостаточности, что может способствовать улучшению качества жизни питомцев и снижению заболеваемости.

Ключевые слова: кошки, почки, почечная недостаточность, диета

Почечная недостаточность является одной из наиболее распространенных патологий у домашних животных, особенно у кошек. По многолетним наблюдениям, заболеваемость почечной недостаточностью у кошек достигает 30% среди животных старше 15 лет. Хроническая почечная недостаточность достаточно распространена среди мелких домашних животных; у кошек она регистрируется несколько чаще (9 случаев на 1000 животных), чем у собак (6 случаев на 1000 животных). В последние годы в Республике Беларусь наблюдается рост случаев диагностики почечной недостаточности, что вызывает беспокойство как у ветеринарных врачей, так и у владельцев домашних животных. По статистике, около 15% всех посещений ветеринарных клиник связано с заболеваниями почек, что подчеркивает актуальность данной проблемы. В 2022 году в Беларуси было зарегистрировано более 5000 случаев почечной недостаточности у домашних животных, что на 20% больше по сравнению с предыдущим годом. Цель данной статьи – изучить распространенность почечной недостаточности у кошек в Беларуси, выявить основные факторы риска и предложить рекомендации для владельцев и ветеринарных специалистов.

Исследование проводилось в период с января по декабрь 2023 года в ветеринарных клиниках Минска, Гомеля и Бреста. В выборку вошли 200 кошек возрастом от 1 до 15 лет. Диагностика почечной недостаточности осуществлялась с помощью клинического обследования, биохимического анализа крови (определение уровней креатинина, мочевины, фосфора и электролитов) и анализа мочи (определение плотности, pH, наличия белка и цилиндров). Сбор данных осуществлялся через опрос владельцев животных, клинические наблюдения и анализ медицинских карт. Все данные были обработаны с использованием описательных и статистических методов, а также корреляционного анализа.

Результаты исследований свидетельствуют, что из 200 обследованных животных у 30 (15%) была диагностирована почечная недостаточность. Из них 20 животных (67%) были старше 10 лет, что подтверждает возрастную предрасположенность к заболеванию. По половому признаку заболевание распределялось следующим образом: 18 кошек (60%) и 12 котов (40%). Биохимический анализ крови показал, что средний уровень креатинина у животных с почечной недостаточностью составил 3,5 мг/дл, что значительно превышает норму (1,5 мг/дл). Уровень мочевины также был повышен, в среднем составив 60 мг/дл при норме 30 мг/дл. Анализ мочи выявил у 70% животных наличие белка, что указывает на повреждение почечных клубочков. Плотность мочи у больных животных в среднем составила 1,015, что ниже нормы для здоровых кошек (1,020-1,050). Кроме того, 50% обследованных животных имели повышенные уровни фосфора, что также указывает на нарушение функции почек.

Согласно данным, собранным в 2022 году в ветеринарных клиниках Беларуси, 35% случаев почечной недостаточности были связаны с хроническим пиелонефритом, 25% – с гломерулонефритом, 20% – с поликистозом почек. В незначительном числе случаев возможно уверенное установление первичной патологии, вызвавшей хроническое заболевание почек; тем не менее в большинстве случаев точное определение причинного заболевания затруднено, что не оказывает значительного влияния на дальнейшее терапевтическое вмешательство.

Постепенная и прогрессирующая утрата функциональных клеток почек при хронической почечной недостаточности приводит к двум основным осложнениям: невозможности нефронов эффективно удалять из организма токсичные продукты обмена и нарушению способности к образованию концентрированной мочи. Эти нарушения способствуют общей интоксикации организма и сбоям в обмене различных ионов и жидкости. Кроме того, снижается выработка таких важных веществ, как эритропоэтин и кальцитриол, что приводит к развитию вторичной анемии и гиперпаратиреоза. По данным статистики, около 60% животных с хронической почечной недостаточностью страдают от анемии, что значительно ухудшает качество жизни.

Среди животных заболевание чаще встречается в среднем и пожилом возрасте. У кошек хроническая почечная недостаточность обычно развивается примерно к 9 годам. Некоторые породы, такие как персидские и абиссинские кошки, имеют склонность к этому заболеванию. Клинические признаки заболевания зависят от его стадии; на ранних этапах могут отсутствовать заметные симптомы, лишь постепенно происходит потеря веса, которую владелец замечает нечасто. Основные причины обращения в ветеринарную клинику включают ухудшение состояния животного, его исхудание, снижение аппетита, увеличение объема выделяемой мочи и количества потребляемой жидкости (полиурия/полидипсия). При физическом осмотре животного обращает внимание общее истощение, обезвоживание, слабость и бледность слизистых оболочек. На фоне хронического заболевания почек у животного часто появляется неприятный запах из пасти из-за воспаления в ротовой полости (уремический стоматит). При пальпации брюшной полости часто обнаруживаются почки с измененной формой (сморщенные), что особенно характерно для кошек.

При тяжелом течении и снижении уровня калия в сыворотке крови животное может не справляться с удержанием головы и наклонять её вниз. Хроническая почечная недостаточность может сопровождаться множеством других симптомов, таких как увеличение размера почек при поликистозе и опухолях, слепота из-за повышенного давления и отслойки сетчатки, болезненность костей. Данная патология имеет характерные признаки, которые вместе с данными анамнеза позволяют сделать предположительный диагноз с высокой степенью вероятности.

Полученные результаты подтверждают, что почечная недостаточность является серьезной проблемой среди кошек в Беларуси. Основными факторами риска, способствующими развитию заболевания, являются возраст, генетическая предрасположенность, диета и сопутствующие заболевания (например, гипертония и диабет). Исследования показывают, что животные, питающиеся коммерческими кормами низкого качества, более подвержены заболеваниям почек [1]. В частности, в исследовании, проведенном в 2022 году, было установлено, что 40% кошек с почечной недостаточностью употребляли корма с высоким содержанием фосфора. Кроме того, 30% владельцев не следят за уровнем потребляемой жидкости своими питомцами, что также усугубляет ситуацию.

Рекомендуется проводить регулярные профилактические осмотры животных старше 7 лет, а также контролировать их диету и уровень потребления воды. Ветеринарные врачи должны информировать владельцев о признаках почечной недостаточности, таких как полидипсия, полиурия, анорексия и потеря веса. Важно также учитывать влияние экологических факторов, таких как качество воды и уровень загрязнения окружающей среды, на здоровье домашних животных [2].

Важным направлением будущих исследований является изучение генетических предрасположенностей к почечной недостаточности у различных пород кошек [3]. Например, исследования, проведенные в других странах, показали, что определенные породы, такие как абиссинские и сиамские кошки, имеют более высокий риск развития хронической почечной недостаточности. В Беларуси подобные исследования пока не проводились, и их реализация могла бы существенно обогатить существующую базу знаний. Также необходимо обратить внимание на влияние диеты и питания на здоровье почек [4]. Исследования, проведенные в 2021 году, показали, что 60% владельцев кошек не учитывают содержание фосфора и белка в кормах, что может способствовать развитию заболеваний почек.

Таким образом, почечная недостаточность у кошек в Республике Беларусь является актуальной и серьезной проблемой, требующей комплексного подхода к диагностике, лечению и профилактике. Полученные данные подчеркивают необходимость регулярных ветеринарных осмотров, а также информирования владельцев о признаках заболевания и важности правильного питания. Важно продолжать исследования в данной области, чтобы

улучшить понимание причин и механизмов развития почечной недостаточности, а также разработать эффективные методы ее профилактики и лечения.

С учетом вышеизложенного можно утверждать, что совместные усилия ветеринарных врачей, владельцев домашних животных и научных учреждений могут существенно повысить качество жизни кошек, страдающих от заболеваний почек, и снизить заболеваемость среди домашних животных в стране. Регулярное просвещение владельцев о здоровье их питомцев и внедрение современных методов диагностики и лечения являются ключевыми факторами в борьбе с этой серьезной патологией.

Список литературы

1. Сидорова Е.Н. Влияние питания на здоровье домашних животных // Ветеринарная медицина. – 2022. – № 45 (3). – С. 123-130.
2. Громова Л.И. Влияние экологических факторов на здоровье домашних животных // Экология и здоровье. – 2021. – № 5 (1). – С. 50-55.
3. Беляев С.А., Смирнова Т.В. Генетические факторы риска заболеваний почек у кошек // Ветеринарная генетика. – 2022. – № 8 (2). – С. 78-85.
4. Петрова М.В., Ковалев А.Н. Влияние диеты на здоровье почек у домашних животных // Ветеринарная практика. – 2023. – № 39 (4). – С. 112-119.

<https://doi.org/10.26898/2026-224>
УДК 619:616.995.122

АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ И ТУВОДНЫХ КАРПОВЫХ РЫБ ОПИСТОРХИДАМИ В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Бонина О.М.¹, канд. биол. наук, доцент,
Ефремова Е.А.^{1,2}, канд. вет. наук, доцент,
Удальцов Е.А.³, канд. вет. наук, доцент,
Самохина Е.Р.², студент,
Брем А.К.¹, канд. вет. наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

³Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия
e-mail: samokhkat@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты оценки заражённости метасцеркариями описторхид промысловых и туводных карповых рыб, отловленных в Новосибирском водохранилище. Компрессорным методом исследовано 882 экземпляра 5 видов рыб (язь, елец, плотва, лещ, верховка). Установлено, что гемипопуляция личинок описторхид представлена 3 видами: *O. felineus*, *M. bilis* и *M. xanthosomus*. Общая инвазированность дополнительного хозяина составляет 27,3%, при этом зараженность туводных форм (31,5%) выше, чем промысловых (18,8%). Максимальные показатели зарегистрированы у туводных форм язя (59,1%) и ельца (44,0%). Инвазированность туводных особей свидетельствует о наличии активных локальных очагов описторхозов в границах Новосибирского водохранилища. Промысловые рыбы, имеющие ключевое значение как резервуар и источник инвазии для человека определяют эпидемический риск. Результаты обосновывают необходимость дифференцированного мониторинга зараженности обеих групп рыб описторхидами для оценки эпизоотического и эпидемического статуса водоема.

Ключевые слова: метацеркарии, описторхиды, карповые рыбы, Новосибирское водохранилище

Новосибирское водохранилище – это высокопродуктивная акватория Новосибирской области, характеризующаяся разнообразием первых, вторых промежуточных и дефинитивных хозяев трематод сем. *Opisthorchiidae*, что поддерживает стационарное неблагополучие водоема по описторхозам.

В паразитарной системе описторхид промысловые и туводные рыбы выполняют разные роли. Промысловые рыбы играют ключевую роль в эпизоотологии описторхоза, выступая в качестве основного резервуара инвазии и ведущего источника заражения дефинитивных хозяев, включая человека, что определяет их высокую эпидемиологическую значимость. Благодаря нерестовым миграциям особи промысловых размеров способствуют активной диссеминации возбудителя на значительные расстояния, расширяя потенциальные границы очагов.

В условиях неоднородного распространения описторхоза в акватории Новосибирского водохранилища, туводные рыбы служат индикатором локальных очагов инвазии. Отсутствие протяженных миграций и приуроченность к местам выщипа делают их надёжным биологическим маркером территории непосредственной циркуляции возбудителя. Интенсивность заражения особей данной размерной группы определяет активность паразитарной системы на конкретном участке водоема [1]. Кроме того, туводные рыбы представляют эпизоотическую опасность, так как из-за малых размеров нередко скармливаются животным.

Учитывая разную роль промысловых и туводных карповых рыб в паразитарной системе, целью работы явилось проведение дифференциальной оценки их зараженности метацеркариями описторхид в условиях Новосибирского водохранилища.

Всего было исследовано 882 экз. карповых рыб, отловленных в Новосибирском водохранилище, в том числе язь – *Leuciscusidus* (Linnaeus, 1758) – 235 экз., елец – *Leuciscusleuciscus* (Linnaeus, 1758) – 207 экз., плотва *Rutilusrutilus* (Linnaeus, 1758) – 198 экз., лещ – *Abramisbrama* (Linnaeus, 1758) – 191 экз., верховка – *Leucaspiusdelineatus* (Heckel, 1843) – 51 экз. Таксономическую принадлежность исследованных рыб определяли по справочнику-определителю «Рыбы СССР» [2]. Метацеркарии описторхид в скелетной мускулатуре второго промежуточного хозяина выявляли общепринятым в паразитологии компрессорным методом с использованием световой микроскопии [3]. Идентификацию выполнили по «Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР» с учетом морфометрических особенностей метацеркарий описторхид [4]. Для анализа инвазированности рыб метацеркариями описторхид использовали паразитологические показатели – доля инвазированных описторхидами особей дополнительного хозяина в исследованной выборке (ЭИ, %), интенсивность инвазии (ИИ, экз.) и индекс обилия (ИО, экз.), определяемые соответственно как среднее количество метацеркариев на одну зараженную и обследованную особь (Федоров, Ласкин, 1980). Статистическую обработку данных осуществили с использованием Microsoft Excel 2010.

В гемипопуляции метацеркарий описторхид карповых рыб зарегистрировано 3 вида трематод сем. *Opisthorchiidae* (Lühe, 1911) – *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Metorchis bilis* (Braun, 1890) и *Metorchis xanthosomus* (Creplin, 1846). Первые два вида имеют эпидемическое значение, последний – эпизоотическое. Средняя зараженность рыб составляет 27,3%, при этом наиболее часто встречаются метацеркарии *O. felineus* и *M. bilis* (ЭИ 21,2 и 6,7% соответственно), *M. xanthosomus* – в 3,5% случаев (см. таблицу).

Зараженность карповых рыб в Новосибирском водохранилище

Вид	<i>O. felineus</i>		<i>M. bilis</i>		<i>M. xanthosomus</i>		сем. Opisthorchiidae	
	ЭИ, %	ИИ/ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ/ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ/ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ/ИО, экз.
Верховка*, n = 51	7,8	14,0/1,1	2,0	14,0/0,3	5,9	19,3/1,1	11,8	21,3/2,5
Елец*, n = 207	43,5	59,4/25,8	7,3	17,8/1,3	0,5	14,0/0,1	44,0	61,8/27,2
Лещ*, n = 59	8,5	18,6/1,6	1,7	14,0/0,2	0,0	0,0/0,0	10,2	17,8/1,8
Лещ**, n = 132	4,6	8,2/0,4	9,9	9,7/1,0	0,0	0,0/0,0	14,4	9,2/1,3
Лещ, n = 191	5,8	12,9/0,7	7,3	10,0/0,7	0,0	0,0/0,0	13,1	11,3/1,5
Плотва*, n = 180	11,7	29,1/3,4	3,9	15,3/0,6	1,1	10,5/0,1	15,6	26,4/4,1
Плотва**, n = 18	0,0	0,0/0,0	0,0	0,0/0,0	0,0	0,0/0,0	0,0	0,0/0,0
Плотва, n = 198	10,6	29,1/3,1	3,5	15,3/0,5	1,0	10,5/0,1	14,1	26,4/3,7
Язь*, n = 93	36,6	109,5/40,0	8,6	156,6/13,5	25,8	79,9/20,6	59,1	125,4/74,1
Язь**, n = 142	19,0	25,4/4,8	9,9	41,0/4,0	0,7	7,0/0,1	25,4	35,2/8,9
Язь, n = 235	26,0	72,3/18,8	9,4	83,1/7,8	10,6	77,0/8,2	38,7	89,7/34,7
Всего*, n = 590	26,1	63,8/16,7	5,4	51,7/2,8	5,1	67,0/3,4	31,5	72,6/22,9
Всего**, n = 292	11,3	22,3/2,5	9,2	25,9/2,4	0,3	7,0/0,02	18,8	26,2/4,9
Итого, n = 882	21,2	56,5/12,0	6,7	39,9/2,7	3,5	65,1/2,3	27,3	62,0/16,9

Примечание. (*) – особи туводных размеров; (**) – особи промысловых размеров.

Наибольшие показатели инвазированности метацеркариями описторхид зафиксированы у ельца (ЭИ 44,0%, ИИ 61,8 экз.) и язя (ЭИ 38,7%, ИИ 89,7 экз.), в то время как зараженность верховки, леща и плотвы в 2 – 8 раз ниже (ЭИ 11,8%, ИИ 21,3 экз., ЭИ 13,1%, ИИ 11,3 экз. и ЭИ 14,11%, ИИ 26,4 экз.).

В ходе исследований были обнаружены некоторые различия в показателях инвазии трематодами карповых рыб в зависимости от их размерно-возрастной группы. Так, средняя зараженность туводных карповых составила 31,5 % (ИИ 72,6 экз), что практически в 1,5 – 2,7 раз выше, чем у промысловых (ЭИ 18,8%, ИИ 26,2 экз.). При этом структура гемипопуляции метацеркарий у туводных форм представлена доминирующим *O. felineus* (ЭИ 26,1 %, ИИ 63,8 экз) и субдоминантом *M. bilis* + *M. xanthosomus* (ЭИ 5,4 %, ИИ 51,7 экз. и ЭИ 5,1 %, ИИ 67,0 экз. соответственно), тогда как у промысловых особей – преобладают *O. felineus* + *M. bilis* (ЭИ 11,3 %, ИИ 22,3 экз. и ЭИ 9,2 %, ИИ 25,9 экз.), реже встречается *M. xanthosomus* (ЭИ 0,3 %, ИИ 7,0 экз.).

Туводные особи язя характеризуются высокой степенью инвазированности – ЭИ достигает 59,1 % при ИИ 125,4 экз., тогда как у промыслового язя данные показатели составляют ЭИ 25,4 %, ИИ 35,2 экз. При этом *O. felineus* и встречается в 2–4 раза чаще, чем у промысловых язей. Также у туводных особей выявлена выраженная инвазия *M. xanthosomus* (ЭИ 25,8 %, ИИ 79,9 экз.). В отношении *M. bilis* при сопоставимых значениях ЭИ интенсивностью заражения (ИИ 156,6 экз.) туводных особей в 4 раза превышает показатели у промыслового язя.

Несмотря на исследование исключительно туводных форм ельца, их зараженность находится на высоких уровнях – в среднем ЭИ составляет 44,0 % (ИИ 61,8 экз.), где чаще встречались метацеркарии *O. felineus* (ЭИ 43,5%, ИИ 59,4 экз.).

Зараженность туводных форм верховки, леща и плотвы относительно невысокая и варьирует в пределах 10,2–15,6% (ИИ 17,8–26,4 экз.). Гемипопуляция описторхид у трех видов карповых представлена доминирующим *O. felineus*, при этом субдоминантом у леща и плотвы является *M. bilis*, у верховки, напротив, – *M. xanthosomus*. В сообществе метацеркарий у промысловых форм леща, в отличие от мелкоразмерных особей, при сопоставимых показателях инвазии преобладает *M. bilis* (ЭИ 9,9%, ИИ 9,7 экз.). Следует отметить, что у промысловых особей плотвы заражённых экземпляров не выявлено.

Таким образом, зараженность мелкоразмерных туводных форм карповых Новосибирского водохранилища свидетельствует о наличии локальных очагов

описторхозов, напряженность которых определяется показателями степени их инвазированности.

Проведение мониторинга инвазированности промысловых рыб необходимо, так как промысловые рыбы являются основным резервуаром и источником заражения человека возбудителями описторхозов. В этом аспекте их зараженность является маркером эпидемиологического риска и определяет эпидемический статус водоема. Они поддерживают циркуляцию возбудителя и способствуют его распространению в границах Новосибирского водохранилища (не указывая на точную локализацию первичного очага).

Список литературы

1. Бонина О.М., Трошкина Е.И. Инвазированность рыбы описторхидами в водоемах города Новосибирска // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. - 2019. - № 20.
2. Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Савваитова К.А., Соколов Л.И., Цепкин Е.А. Рыбы СССР. - М.: Мысль, 1969. - 447 с.
3. Котельников Г.А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды: справ. - М.: Колос, 1983. - 208 с.
4. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / под ред. О.Н. Бауера. - Л.: Наука, 1987. - Т. 3: Паразитические многоклеточные. - 584 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-225>
УДК 619:616.33/.34-003.6-07-08:636.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕНИЯ СОБАК ПРИ ЧУМЕ ПЛОТОЯДНЫХ

Боровинский Г.Е.¹, студент

Научный руководитель – Щербakov П.Н., д-р вет. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: g.borovinskiy@internet.ru

Аннотация. Проведено сравнительное исследование эффективности двух комплексных схем терапии чумы плотоядных у собак. На основании ретроспективного анализа установлено, что чума плотоядных является одной из наиболее распространённых вирусных инфекций, составляя 39% в структуре заболеваемости. В исследовании участвовали 6 собак с подтверждённым диагнозом, разделённые на две группы. Животным первой группы назначали интенсивную схему, включающую инфузионную терапию (раствор Рингера – Локка), антибиотик (Амоксициллин), противовирусный препарат (Анандин), НПВС (Флекспрофен), гепатопротектор (Дюфалайт) и витамин В12. Вторая группа получала более компактную схему: антибиотик (Тилозин 50), НПВС (Айнил) и иммуномодулятор (Иммунофан). Наблюдение за пациентами показало положительную динамику в обеих группах, однако у животных второй группы улучшение общего состояния, появление аппетита и активности отмечались в более ранние сроки. К 4-5-му дню терапии все животные второй группы демонстрировали стабильное улучшение, в то время как в первой группе восстановление протекало медленнее.

Ключевые слова: чума плотоядных, вирусные заболевания плотоядных

Чума плотоядных - это высококонтагиозная вирусная болезнь плотоядных животных (болезнь Карре) характеризуется лихорадкой, острым катаральным воспалением слизистых

оболочек, кожной экзантемой, пневмонией и тяжелым поражением нервной системы [1, 2, 5, 7].

Среди всех заболеваний вирусной этиологии плотоядных процент чумы плотоядных значительно высок, относительно других заболеваний вирусной этиологии. Для чумы плотоядных характерны в основном два способа заражения (проникновения возбудителя инфекции в организм): оральный и аэрогенный (респираторный). Заражение собак происходит при прямом или непрямом контакте с больными или переболевшими животными, через инфицированные объекты внешней среды (корма, вода, воздух, выделения больных животных и различные предметы ухода за ними) [3, 4, 6].

Первоначальное внедрение вируса происходит обычно через слизистые оболочки и лимфатические узлы, где он размножается, а затем с кровью и лимфой разносится по всему организму, вызывая многочисленные патологические изменения в различных органах и тканях. При этом наблюдается общее, всеохватывающее поражение наиболее важных систем организма: дыхательной, иммунной, кровеносной, лимфатической, нервной, пищеварительной, эндокринной. Таким образом, чуму плотоядных, необходимо рассматривать как полисистемную болезнь всего организма, а не отдельных его систем и органов [8, 9, 10]. При чуме плотоядных, учитывая специфические свойства возбудителя, у больных животных наблюдают значительные поражения лимфатической ткани и соответственно истощение иммунной системы. Поэтому у переболевших чумой животных формируются стойкие иммунодефицитные состояния. Чума плотоядных нередко проявляется в ассоциации с другими возбудителями болезней: аденовирозом, корона- и парвовирусным энтеритом, инфекционным гепатитом и др. [2].

Чума плотоядных занимает 25% от всех вирусных заболеваний и до 50% встречается у молодых собак. В группе риска находятся молодые собаки в возрасте 0,5-2 лет.

Целью нашего исследования была сравнительная оценка различных способов лечения чумы плотоядных.

Исследование проходило на базе одной из частных ветеринарных клиник города Копейска. Первоначально проводили статистический анализ электронной базы данных и журнала записей клиники, по частоте встречаемости чумы плотоядных за 2023-2024 гг. Затем отбирали пациентов с предварительным диагнозом «чума плотоядных». После сбора анамнеза, проводили клиническое исследование по общепринятой схеме. Дополнительно исследовали общий анализ крови и экспресс-тест. С этой целью использовали ручной подсчет лейкограммы и экспресс-исследования для выявления вируса чумы плотоядных «VetExpert CDV Ag» После подтверждения диагноза, были сформированы 2 группы животных по 3 собаки в каждой. В первой группе животным назначено лечение: внутривенное введение раствора Рингера – Локка по 10 мл на 1 кг 1 раз в день; Дюфалайт по 1 мл на 1 кг 1 раз в день; Флексопрофен 5% подкожно по 0,04 на 1 кг 1 раз в день в течение 3 дней; Амоксициллин 0,1 мл на 1 кг внутримышечно 3 инъекции; Цианокобаламин 1 мл подкожно 10 дней; Анандин 0,2 мл на 1 кг внутримышечно 5 дней. Во второй группе животным назначено лечение: Тилозин 50 по 0,1 мл на 1 кг 5 дней; Айнил подкожно по 0,04 мл на 1 кг 3 дня; Иммунофан 1мл внутримышечно 5 дней.

При анализе статистических данных на базе клиники выявили, что за последний год было зарегистрировано 900 пациентов с вирусными заболеваниями. Из них 39% чума плотоядных, 25% коронавирусный энтерит, 21% парвовирусный энтерит, 15% вольерный кашель.

При статистическом анализе за год выявили, что чума плотоядных занимает значительный процент среди общего числа всех вирусных инфекций. Отсюда можно сделать вывод, что данное заболевание встречается часто.

В результате клинического осмотра у всех собак температура тела повышена, пульс и дыхание в пределах нормативных показателей. При осмотре отмечались гнойные выделения

из носовых отверстий, снижение тургора кожи, увеличение региональных лимфоузлов, угнетения общего состояния.

По результатам экспресс-диагностики на выявление чумы плотоядных был обнаружен положительный результат.

В ходе исследования у всех 6 животных были положительные результаты. Тем самым подтвердили предположительный диагноз. Общий анализ и экспресс-тест являются одними из наиболее информативных методов диагностики, применяемыми у животных при данном заболевании, которые позволяют поставить точный диагноз.

На 2-й день после начала лечения в 1 группе общее состояние животных удовлетворительное, наблюдалось улучшения. У животных во 2-й группе отмечается появление аппетита, общее состояние улучшилось.

На 4-й день у собак лечения в 1-й группе общее состояние удовлетворительное, появился аппетит. У животных во 2-й группе аппетит есть, воду пьёт, животное стало активное. Температура тела, пульс и дыхание у всех животных в пределах нормативных показателей.

На 5-й день у всех животных отмечалось улучшение общего состояния.

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы, чума плотоядных среди всех вирусных заболеваний встречается часто. При исследовании методов лечения данного заболевания у собак выявили, что у 2-й групп наблюдалась положительная динамика. Но следует отметить, что у 2-й группы лечение оказалась эффективнее. У животных этой группы быстрее проходил процесс восстановления.

Данные способы лечения позволяют достичь полного выздоровления животных, для этого наиболее эффективный метод лечения следует считать у 2-й группы.

После проведенной терапии у животного на 2 сутки улучшилось общее состояние, появился аппетит. Чума плотоядных, представляющая собой острое вирусное заболевание, без оказания помощи становится летальным для животного. При данном заболевании требуется комплексное лечение – противовирусные препараты, антибиотик, НПВС, внутривенные инфузии, витамины. В период реабилитации очень важно назначить правильное лечение.

Список литературы

1. Абдыраманова Т.Д., Щербаков П.Н., Степанова К.В. Анализ результатов лабораторной диагностики инфекционных болезней животных // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 9 (239). – С. 44-49.
2. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
3. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.
4. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
5. Бузуев Я.П. Способы лечения чумы плотоядных // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 82-83.

6. Самсонова А.К. Способы лечения парвовируса собак // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 517-519.
7. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.
8. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. Ин-та ветеринарной медицины, Ин-та агроэкологии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.
9. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.
10. Харченко А.Д. Применение иммуномодуляторов при вирусных инфекциях плотоядных с поражениями слизистых оболочек // Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса: материалы XX Междунар. молодёж. форума. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2024. – С. 68-75.

<https://doi.org/10.26898/2026-226>

УДК 619:618.38-002-084:636.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «ПУПОВИТ-БАФФ» ПРИ ОМФАЛИТЕ ТЕЛЯТ

Вдовкина А.Е.¹, студент

Научный руководитель – Коптев В.Ю.², канд. вет. наук, в.н.с., зав. лабораторией

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

² Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: anasta.vdovkina@yandex.ru

Аннотация. Важным приоритетом развития животноводства является сохранение здоровья молодняка КРС. Одним из наиболее распространённых и экономически значимых заболеваний новорожденных телят является омфалит – воспаление тканей пупочного канатика. Неправильно подобранная терапия может привести к серьёзным осложнениям, ростом затрат и смертностью. Поэтому поиск и внедрение эффективных препаратов для лечения и профилактики омфалита представляют собой важнейшую практическую проблему для современной ветеринарной науки.

Ключевые слова: омфалит, воспаление, пуповина, телята, лечение

Омфалит (пупочный сепсис) – это инфекционное заболевание новорожденных телят, протекающее по типу раневой инфекции. Оно представляет собой воспаление пупочного канатика и прилегающих тканей, возникающее при проникновении условно-патогенной микрофлоры через пуповину.

Омфалит одно из наиболее распространённых заболеваний молодняка в первые дни жизни, способное при отсутствии терапии привести к тяжёлым осложнениям и гибели

животного. Болезнь преимущественно регистрируют у телят 1-10-дневного возраста, а переклинические признаки начинают проявляться уже через 8-20 часов после рождения [1].

Основными причинами для развития омфалита: нарушение условий содержания в телятнике; антисанитария в родовом отделении; некачественная обработка пуповины после рождения или её отсутствие; неудовлетворительное здоровье коров-матерей; инфицирование культи пупка; сосание пуповины другими телятами; неправильная или несвоевременная выпойка молозива [2].

В норме культи пуповины заживает (сухой некроз) и отпадает на 5-8-й день, а пупок подвергается рубцеванию. При инфицировании развивается влажный некроз, и заживление нарушается [3].

Основными методами диагностики являются осмотр и пальпация. Болезнь прогрессирует быстро, поэтому диагноз обычно ставят на 2-3-й день жизни по следующим признакам: утолщённый и болезненный пупок, местное повышение температуры, выделение из пупка слизистого или гнойного экссудата с неприятным запахом. В запущенных случаях могут наблюдаться сильный отёк, повышение общей температуры тела, признаки интоксикации, сепсиса или перитонита, пуповина становится влажной, грязно-коричневого цвета. Телята больше лежат, отказываются от корма, сосательный рефлекс ослабленный или отсутствует [4].

Лечение при омфалите комплексное. Местное лечение включает обработку пуповины антисептиками, новокаиновые блокады. Общее лечение – антибиотикотерапия, противовоспалительные и инфузионные средства [5].

Исходя из вышесказанного, целью нашей работы стало изучить лечебно-профилактическое действие препарата «Пуповит-Бафф» при омфалите телят.

Исследование терапевтической и профилактической эффективности препарат «Пуповит-Бафф» проводилось с 7 июля по 8 августа 2025 года в ООО «Сибирская Нива» на животноводческом комплексе РМ Пеньково.

Для оценки профилактического действия были сформированы две группы новорождённых телят, по 15 голов в каждой. В опытной группе обработку пуповины проводили в первые сутки жизни препаратом «Пуповит-Бафф», в контрольной группе обработку пуповины проводили по стандартной схеме хозяйства – 5% спиртовым раствором йода. Состояние пуповин контролировали ежедневно в течение недели.

При оценке терапевтического действия также были сформированы две группы телят с клиническими признаками омфалита по 15 голов в каждой. В опытной группе помимо основной терапии, принятой в хозяйстве – пуповину обрабатывали препаратом «Пуповит-Бафф» 2 раза в сутки, в контрольной группе лечение проводили исключительно по схеме, принятой в хозяйстве.

В результате проведённых исследований были получены следующие данные (табл. 1, 2).

Таблица 1

Профилактическая эффективность препарата «Пуповит-Бафф» при воспалении пуповины у телят

Группа	Кол-во голов	Кол-во голов с воспалением, %
Опыт	15	6,67
Контроль	15	13,33

В опытной группе воспаление пуповины было зафиксировано у одного телёнка на 3-и сутки после рождения. В контрольной группе воспаления пуповины были выявлены у двух телят на 5-е сутки. Таким образом, процент телят с воспалением в опытной группе составил 6,67%, в контрольной – 13,33%.

Таблица 2

Терапевтическая эффективность препарата «Пуповит-Бафф» при воспалении пуповины у телят

Группа	Кол-во голов	Продолжительность терапии, сутки
Опытная	15	4,07
Контрольная	15	6

При лечении омфалита средняя продолжительность терапии в опытной группе составила 4 дня, в то время как в контрольной – 6 дней.

Также в ходе исследований было отмечено, что препарат «Пуповит-Бафф» помимо лечебного действия обладает репеллентным эффектом. Он создаёт барьер, защищающий послеоперационную рану и самого телёнка от мух, которые являются переносчиками патогенной микрофлоры.

Выводы

1. По результатам исследования было установлено, что препарат «Пуповит-Бафф» профилактирует развитие омфалита у телят, снижая заболеваемость на 50% по сравнению с контролем.

2. Применение препарата «Пуповит-Бафф» дополнительно к основной терапии два раза в сутки в течение 5 дней, способствует снижению сроков лечения омфалитов на 32,2%.

Список литературы

1. Сотникова Н.А. Лечение омфалита новорожденных телят // Современные достижения ветеринарной науки и практики: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию юбилею факультета ветеринарной медицины Алтайского государственного аграрного университета, Барнаул, 16 дек. 2022 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2023. – С. 132-135.
2. Золотарёв А.И. Омфалит и факторы риска его развития у телят // Ветеринария. - 2007. - № 5. – С. 35-38.
3. Максимова М.С. Омфалит новорожденных телят // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 110-летию со дня рождения Ивана Сергеевича Кауричева. – Калуга, 2024. – С. 204-208.
4. Бакирова И.А. Этиология и ранняя профилактика омфалита телят // Аграрная наука на Севере – сельскому хозяйству: сб. материалов VI Всерос. НПК с междунар. участием, Сыктывкар, 26 апр. 2024 г. – Киров, 2024. - С. 347–350.
5. Еськова Ю.А. Лечение омфалита у телят в условиях производства // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: Материалы XXXIX науч.-практ. конф. студентов и аспирантов, Брянск, 25–26 апр. 2024 г. – Брянск, 2024. – С. 59-61.

<https://doi.org/10.26898/2026-227>

УДК 636.52/58.087.8:636.52/58:612.11/12

МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВВОДА В РАЦИОН ФИТОБИОТИКА

Герасимов Д.А., аспирант

Научный руководитель – Овчинников А.А., д-р с.-х. наук, проф.

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: navigator_2_2010@mail.ru

Аннотация. Кормовая добавка фитобиотика Олеостат в рацион цыплят-бройлеров в дозе 0,35 кг, 0,50 и 0,65 кг/т корма стимулирует обмен веществ в организме птицы. При этом наибольший эффект наблюдается в группах с добавкой не превышающей 0,50 кг/т комбикорма. В данных группах основным пластическим материалом для развития органов и тканей выступают азотистые вещества корма, а также общие липиды, перенос которых

осуществляют бета-липопротеиды. При этом в клетках органов бройлеров данных групп отмечен более высокий уровень окислительно-восстановительных процессов, что подтверждает повышенный уровень гемоглобина в крови. В группе птицы с максимальной нормой ввода фитобиотика данные метаболиты были ниже, но незначительно превосходили аналогов контрольной группы. Морфологический состав крови цыплят-бройлеров показал, что Олеостат в изучаемых дозировках обладает эритропозитическим эффектом, стимулируя в организме образование эритроцитов, а также повышает защитные функции.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка фитобиотика, морфология и биохимия крови

Физиологический статус организма сельскохозяйственных животных и птицы может изменяться под влиянием как условий содержания, так и под действием используемых в рационе биологически активных кормовых добавок [1].

Разные по составу и точке приложения в организме они могут активизировать защитные функции, переваримость и использование питательных веществ рациона, повысить сохранность поголовья, изменить качественный состав продукции [2].

Чаще всего кормовую добавку подбирают в зависимости от ветеринарно-санитарного состояния на предприятии, для повышения обменных процессов в организме, а также продуктивности. На смену антибактериальным препаратам все чаще используют растительные добавки в виде эфирных масел, отваров, настоек или сухой смеси трав [3-5]. При этом дозировку необходимо подбирать для каждого конкретного случая, учитывая наличия других компонентов рациона.

Оной из кормовых добавок антикокцидиозного действия является Олеостат, представляющий растительный комплекс для иммунной защиты организма, лечения и профилактики заражения организма птицы простейшими (эймериями).

Целью проведенных исследований являлось установить влияния нормы ввода фитобиотика Олеостат на морфо-биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.

Научно-хозяйственный опыт был проведен в ООО «Магнитогорский птицеводческий комплекс» на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308». Четыре группы, по 35 голов в каждой, получали в период выращивания одинаковый полнорационный комбикорм ПК-5 и ПК-6, сбалансированный по всем элементам питания в соответствии с требованиями кросса. На фоне данного комбикорма I опытная группа дополнительно получала Олеостат 0,35 кг, II - 0,50 кг, III группа - 0,65 кг/т корма.

Кровь для исследования брали дважды, в возрасте три и пять недель, по завершению балансового опыта. Местом взятия служила подкрыльцовая вена, забор проводили в вакуумные пробирки с антикоагулянтом на морфологические показатели крови, а также в пробирки для получения сыворотки. Исследования проводили, используя биохимические наборы по общепринятым методикам, а также анализатора крови. Материал обрабатывали на персональном компьютере с определением уровня достоверности.

Полученные данные позволили установить, что изучаемая кормовая добавка обладает стимулирующим влиянием на эритропоз в организме птицы и повышением защитных функций (рис. 1).

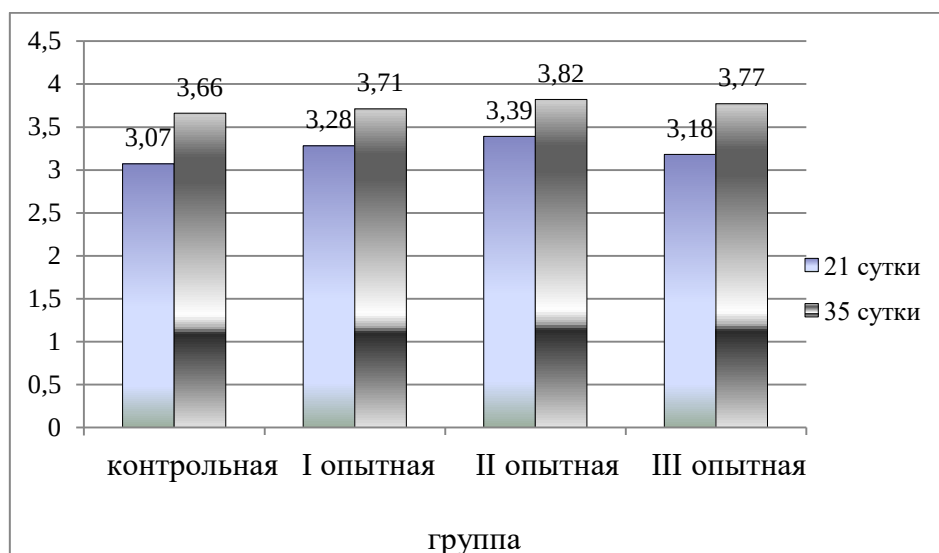


Рис. 1. Содержание эритроцитов в крови цыплят-бройлеров, $10^{12}/л$

С возрастом птицы наблюдается повышение числа эритроцитов во всех группах, однако при этом в трехнедельном возрасте разница с контрольной группой составила 6,8% в I группе, 10,4% - во II, 3,6% - в III ($P \leq 0,001$), в пятинедельном возрасте – соответственно 1,4; 4,4 и 3,0% ($P \leq 0,001$).

Различие в количестве лейкоцитов также было в пользу птицы опытных групп (рис. 2).

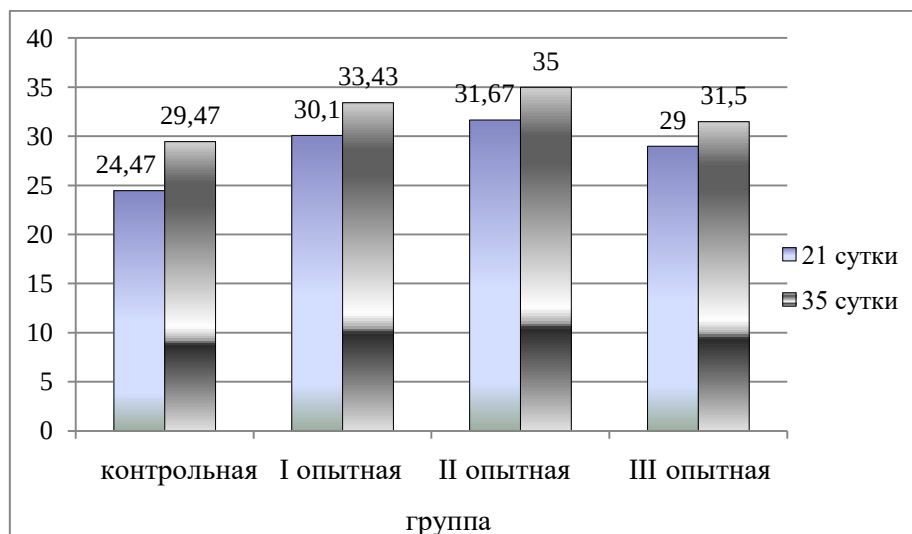


Рис. 2. Содержание лейкоцитов в крови цыплят-бройлеров, $10^9/л$

У бройлеров II опытной группы в сравнении с другими опытными различие в данном показателе было больше всего (29,4 и 28,8%, $P \leq 0,001$), в меньшей степени оно наблюдалось в III опытной группе (18,6 и 6,9%, $P \leq 0,05-0,01$).

Из отдельных биохимических показателей обмена веществ в организме цыплят-бройлеров наибольшее различие отмечено в белковом и липидном обмене. Так, количество общего белка в сыворотке крови бройлеров I группы (рис. 3) превосходило контрольную в трехнедельном возрасте на 17,5% ($P \leq 0,01$), на 16,0% - во II и на 7,2% - в III группе, в пятинедельном возрасте соответственно на 31,9; 31,7 ($P \leq 0,001$) и 13,0%.

Однако самое низкое содержание мочевины в сыворотке крови по периодам выращивания наблюдалось в I опытной группе (0,67 и 0,73 ммоль/л, $P \leq 0,05-0,001$), что в сравнении с контрольной группой составило 17,3 и 21,5%. В других опытных группах различие по данному метаболиту было менее выражено.

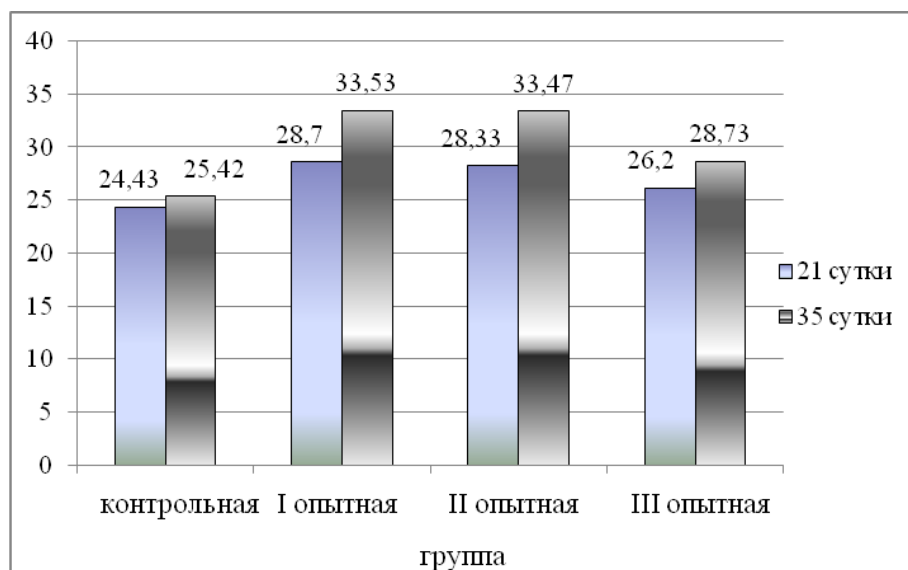


Рис. 3. Содержание общего белка в сыворотке крови цыплят-бройлеров, г/л

На стартерном рационе кормления изучаемая кормовая добавка повысила в крови птицы опытных групп количество общих липидов на 1,8% в III группе и на 6,5-6,8% - в I и во II группе составив соответственно величину 4,11; 4,10 и 3,92 г/л, в более старшем возрасте разница между контрольной и опытными группами была 2,1-3,1%.

Однако при этом уровень основных переносчиков общих липидов в организме (бета-липопротеиды) в первых двух группах в трехнедельном возрасте был выше контрольной группы на 9,5 и 13,1%, в пятинедельном - на 18,3 и 19,6%, в III опытной группе они были на уровне контрольной (94,2 и 106,63 мг%).

С увеличением дозировки изучаемой кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров опытных групп в их крови наблюдается повышение уровня гемоглобина. В трехнедельном возрасте его количество превосходило аналогов контрольной группы на 4,2; 7,4 ($P \leq 0,05$) и 5,6%, в 5-недельном - 4,7; 9,3 ($P \leq 0,05$) и 6,6%, что свидетельствует о более высоком уровне окислительно-восстановительных процессах в организме птицы опытных групп.

Таким образом, кормовая добавка Олеостат в большей степени повышает обменные процессы в организме цыплят-бройлеров в дозировке, не превышающей 0,50 кг/т корма. При этом основным пластическим материалом для анаболических процессов в организме птицы выступают белки и липиды корма, на фоне повышения уровня окислительно-восстановительных реакций.

Список литературы

6. Овчинников А.А., Яптик Н.Д., Шепелева Т.А. Морфо-биохимические и иммунологические показатели крови цыплят-бройлеров, получавших в рационе фитобиотик и пребиотик // Вестник Дальневосточного государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 18. - № 3. - С. 84-93.
7. Яптик Н.Д. Влияние фитодобавки на пищеварительные процессы в организме цыплят-бройлеров // Достижения науки - агропромышленному комплексу: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ин-та ветеринарной медицины, Ин-та агроэкологии Южно-Уральского государственного аграрного университета. - Челябинск, 2024. - С. 166-171.
8. Толмачева А.А. Микробиоценоз кишечника животных при применении фитобиотиков // Ветеринарная патология. - 2015. - № 2. - С. 45-51.
9. Правдин И.В., Кисиева М.Т., Смирнов К.Л. Лечебно-профилактические фитокомплексы в животноводстве // Ветеринария. - 2023. - № 1. - С. 34-39.

10. Петрова И.В., Сидорова М.А., Петров Р.В. Особенности и антибактериальное действие препаратов *Fragaria viridis* // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (60). – С. 206–209.

<https://doi.org/10.26898/2026-228>
УДК 619:616.379-008.64:636.7

ДВУКРАТНОЕ ВВЕДЕНИЕ ИНСУЛИНА ГЛАРГИН В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА У КОШЕК

Гиско В.Н., канд. вет. наук, доцент,
Пань Чэнь, магистрант

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,
Витебск, Республика Беларусь
e-mail: gisko03@gmail.com; Panchenvet@msn.com

Аннотация. Сахарный диабет – хроническое заболевание, обусловленное абсолютной или относительной недостаточностью инсулина и сопровождающееся нарушением обмена веществ, стойкой гипергликемией, глюкозурией и требует раннюю диагностику, пожизненного контроля уровня глюкозы, режима питания, инсулинотерапии.

Ключевые слова: сахарный диабет, кошка, гларгин

Введение. По различным данным ветеринарных специалистов сахарным диабетом страдает до 1% домашних кошек. К факторам риска относятся ожирение, генетическая предрасположенность и пол животных. Основным методом лечения служит инсулинотерапия. Однако течение болезни и ответ на терапию могут осложняться сопутствующими патологиями, такими как хронические заболевания почек, инфекциями, гиперлипидемией, что требует ветеринарных врачей комплексного подхода к лечению [1, 2].

Основными целями терапии являлись:

- *Достижение контролируемой гликемии и регресс клинических симптомов.* Обеспечение безопасной «кривой» уровня глюкозы в течение суток для устранения полиурии и полидипсии, восстановления нормального аппетита и активности.
- *Профилактика острых осложнений.* Предупреждение гипогликемических состояний и дегидратации, недопущение развития диабетического кетоацидоза.
- *Стабилизация массы тела и улучшение качества жизни.* Недопущение катаболизма и саркопении у пожилого пациента, а также безопасное снижение избыточной массы у молодого; поддержание оптимального состояния животного в долгосрочной перспективе.

Материалы и методы исследований. Исследование проведено на базе ветеринарной клиники «ZhiAi» г. Вэйхай, провинция Шаньдун, КНР. После проведения комплексной диагностики клинического состояния, биохимического анализа крови, общего анализа мочи с экспресс-тестом на кетоны, УЗИ у двух домашних короткошёрстных кошек был подтверждён диагноз – сахарный диабет без кетоацидоза. Первая кошка – 13-летняя стерилизованная самка массой 4,5 кг по кличке Найча; второй – 4-летний кастрированный самец массой 6,3 кг по кличке Снежок. Обоим животным назначена индивидуальная терапия с использованием инсулина гларгина, вводимого подкожно каждые 12 часов. Учет эффективности лечения проводился по динамике клинических признаков, кривым гликемии на 1, 3, 14-й дни терапии и лабораторным исследованиям, таким как контроль глюкозы, фруктозамина, HbA_{1c}, показателей крови, анализа мочи и др. в течение 4–8 недель и далее.

Биохимический анализ крови у кошки по кличке «Найча» выявил выраженную гипергликемию – глюкоза 21,7 ммоль/л (референтное значение 3,9–8,8 ммоль/л). Отмечена лёгкая азотемия: мочевины 14,5 ммоль/л, креатинин 165 мкмоль/л, которое соответствует

начальной стадии ХБП, при нормальном уровне фосфора (1,58 ммоль/л) и альбумина. Концентрация SDMA составила 17 мкг/дл (умеренное повышение). Показатели печени были в пределах умеренных отклонений от нормы: ALT 46 Ед/л, ALP 62 Ед/л. Уровень холестерина 6,2 ммоль/л, триглицеридов 1,5 ммоль/л. Долгосрочные маркёры гликемии свидетельствовали о хроническом характере гипергликемии: фруктозамин 482 мкмоль/л, HbA1c 4,2% (выше нормы). Общий анализ мочи показал высокую относительную плотность (1,020) на фоне осмотического диуреза, выраженную глюкозурию (++++) и отсутствие кетонурии; белок в моче – следы (UPC 0,45, пограничная протеинурия). В осадке мочи – единичные лейкоциты (до 2 в п.з.м), бактерии не обнаружены; результат посева мочи отрицательный. Таким образом, поставлен диагноз: сахарный диабет неосложнённый кетоацидозом с сопутствующей хронической болезнью почек стадия IRIS II, протеинурия.

Лабораторными исследованиями у кота по кличке Снежок выявили: уровень глюкозы крови – 24,1 ммоль/л, что подтверждает стойкую гипергликемию. Азотемии не выявлено – мочевины 9,3 ммоль/л, креатинин 112 мкмоль/л, электролиты без значимых отклонений за исключением умеренной гипокалиемии – калий 3,3 ммоль/л, нижняя граница нормы, вероятно вследствие полиурии. Отмечена гиперлипидемия: общий холестерин 6,8 ммоль/л, триглицериды 2,1 ммоль/л (умеренное повышение). Фруктозамин 438 мкмоль/л и HbA1c 3,6% также подтверждали хроническую природу диабета. В общем анализе мочи: удельный вес 1,030, глюкоза +++, присутствует кетонурия (+ кетоны в моче), однако признаков кетоацидоза не выявлено. Белок в моче незначительный ($\pm$), бактериурия отсутствует; посев мочи – отрицательный. Таким образом, во втором случае установлен сахарный диабет без кетоацидоза на фоне ожирения (BCS 7/9) вероятно, спровоцированный однократным введением глюкокортикоида (стероид-индуцированный фактор). Кетонурия расценена как лёгкая транзиторная без развития диабетического кетоацидоза. Сопутствующих хронических заболеваний не выявлено.

В качестве основной терапии кошке по кличке Найча назначен инсулин гларгин (LantusU-100). Стартовая доза составила 0,25 Ед/кг подкожно каждые 12 часов (для данной кошки ~1 Ед на инъекцию), инъекции выполнялись через ~20–30 минут после приёма пищи с чередованием мест введения. Дальнейшая корректировка дозы планировалась по результатам гликемического мониторинга (шагом $\pm 0,25$ –0,5 Ед при необходимости). Пациент постепенно переведён на специальную диету промышленным кормом Royal Canin Diabetic в течение 7–10 дней с кормлением два раза в сутки, за ~30 минут до инъекций инсулина. Суточную энергетическую ценность рациона ограничили ~180 ккал/сут с учётом контроля массы тела, чтобы избежать чрезмерной мышечной потери. Для нефропротекции и контроля артериального давления в комплекс лечения включены гипотензивные препараты: амлодипин в дозе $\approx 0,625$ мг/сут *per os*, вечерний приём и беназеприл *per os* в дозе ~2,5 мг/сут. Планировался мониторинг эффективности этих средств: повторное измерение АД через 7–10 дней от начала терапии амлодипином, контроль креатинина и калия через 3–7 дней после начала дачи беназеприла, с дальнейшей коррекцией доз при необходимости. При ухудшении показателей фосфора ($P \geq 1,6$ ммоль/л) или недостаточности диетического контроля фосфатов был предусмотрен приём фосфатсвязывающего препарата гидроксид алюминия в дозе ~30 мг/кг/сут элементарного алюминия с кормом, разделённой на 2 приёма. Владелец рекомендовано фиксировать в дневнике поведение кошки, аппетит, потребление воды, массу тела, объём мочеиспусканий он также проинструктирован по алгоритму распознавания и купирования гипогликемии в домашних условиях.

В ходе начального этапа терапии у кошки по кличке Найча гликемическая кривая показала снижение уровня глюкозы крови: 1-й день падение концентрации глюкозы спустя 2 ч после инъекции с ~18–19 ммоль/л до ~10–11 ммоль/л к 9-му часу, с последующим подъёмом перед следующей инъекцией до ~15–16 ммоль/л к 12-му часу. К 3-му дню диапазон колебаний гликемии сузился, утренний замер ~16 ммоль/л; минимальные значения днём ~9,7 ммоль/л; вечерний ~10,5 ммоль/л. На 14-й день терапии все измеренные значения

глюкозы находились в целевом диапазоне: утренние и дневные значения $\sim 7,9\text{--}9,8$ ммоль/л, без резких подъёмов к вечеру. Таким образом, за 2 недели терапии инсулином гларгин удалось достичь удовлетворительного контроля гликемии. Лечение продолжалось планово длительно (расчётный курс ≥ 9 месяцев) при амбулаторном наблюдении.

Основа лечения кота по кличке Снежок инсулином гларгин с двукратным введением в сутки. Стартовая дозировка несколько выше ввиду большей массы и выраженности гипергликемии: $\sim 0,3$ Ед/кг каждые 12 часов (около 2 Ед на инъекцию). Титрация дозы планировалась на основании кривых глюкозы на 3-й и 14-й день с шагом изменения дозы 0,25–0,5 Ед при отклонении гликемии от целевого диапазона. Сопутствующие лечебные мероприятия во втором случае были направлены на устранение дегидратации, кетонурии и предотвращение прогрессирования кетоза. Коту проведена подкожная инфузия раствора Локкара (раствор Рингера с лактатом) объёмом $\sim 200\text{--}250$ мл для восполнения дефицита жидкости (оценивалась лёгкая дегидратация $\sim 3\%$) и ускорения выведения кетоновых тел. В инфузионный раствор был добавлен хлорид калия из расчёта 20 мэкв/л (с соблюдением техники медленного введения и контролем суммарной дозы) для коррекции гипокалиемии. Владелец рекомендовано по возможности поить кошку чаще (стимулировать потребление воды) и обеспечить регулярное кормление небольшими порциями для содействия утилизации кетоновых тел. Владелец на дом выданы тест-полоски для ежедневного контроля кетонов в моче в первые дни лечения. Для контроля эпизодической рвоты было назначено противорвотное средство – марапитант (1 мг/кг п/к или per os раз в сутки, курс 3–5 дней при необходимости). Диетотерапия аналогична первой кошки. С учётом избыточной массы тела энергия рациона немного ограничена: старт $\sim 200\text{--}220$ ккал/сутки, преимущественно за счёт влажных форм корма с высоким содержанием белка и низким содержанием углеводов. Кормление 2 раза в сутки (утром и вечером перед инъекциями инсулина для плавного снижения массы тела ($\sim 0,5\text{--}1\%$ от массы в неделю) без резкой потери веса. Для устранения провоцирующего фактора гипергликемии (зуда, леченного ранее гормонами) рекомендована своевременная противопаразитарная обработка: нанесён инсектицидный препарат флураланер (spot-on, однократно, с повторной обработкой по показаниям через ~ 12 недель). Мониторинг состояния осуществлялся аналогично первому случаю. Контрольные точки наблюдения: на 3-й и 14-й день – полноценная кривая глюкозы; через 4–6 недель – повторный биохимический анализ с липидограммой; через 8 недель – оценка фруктозамина и HbA1c для объективного контроля долгосрочной компенсации диабета.

В ответ на начатую терапию у кота по кличке Снежок также быстро наметилась положительная динамика. Глюкоземический профиль в 1-й день лечения показал снижение гликемии с максимума $\sim 21\text{--}22$ ммоль/л (через 2 часа после первой инъекции) до ~ 11 ммоль/л к 9-му часу; к 12-му часу уровень глюкозы составлял ~ 16 ммоль/л (перед очередной инъекцией). На 3-й день минимальное значение глюкозы достигало ~ 9 ммоль/л, вечерние показатели – около 10 ммоль/л. К 14-му дню терапии весь диапазон кривой гликемии находился в пределах целевых значений: утренние и дневные измерения $\sim 7,8\text{--}10,1$ ммоль/л. Кетонурия исчезла уже к третьему дню лечения (тест-полосками перестали обнаруживать кетоны в моче). Гипогликемия не отмечалась (уровень глюкозы не опускался ниже $\sim 6,9$ ммоль/л). Таким образом, двукратное введение гларгина на фоне регидратации и диетических мер позволило за две недели компенсировать диабет и ликвидировать кетонурию. Планируемая длительность терапии составила не менее 6 месяцев. Режим наблюдения: первые 2 месяца контроль в клинике каждые $\sim 2\text{--}3$ недели, затем ежемесячно. Проводился последовательный контроль массы тела и липидного обмена, а также строгое соблюдение рекомендации об отказе от глюкокортикоидов.

Заключение. Таким образом, инсулин гларгин при двукратном подкожном введении можно считать эффективным и безопасным средством для долгосрочного управления сахарным диабетом у кошек, включая пациентов с отягощённым анамнезом.

Список литературы

1. Пань Чэнь, Гиско В.Н. Сахарный диабет у кошек: диагностика, лечение, профилактика и перспективы // Ветеринарная медицина в XXI в.: роль биотехнологий и цифровых технологий: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Витебск, Самарканд, 30 янв. 2025 г.). - Витебск: ВГАВМ, 2025. – С. 144–148.
2. Gottlieb S., Rand J. Managing feline diabetes: current perspectives // Veterinary Medicine: Research and Reports. – 2018. – Vol. 9. – P. 33–42.
3. Mott J., Dola J.K., Gilor C., Gilor S. Establishment of a feline glycated hemoglobin reference interval for a novel dried-blood-spot assay and the effects of anemia on assay results // Vet. Clin. Pathol. – 2023. – Vol. 52. - № 3. – P. 531–539.

<https://doi.org/10.26898/2026-229>
УДК 619:615.9

ОЦЕНКА АЛЛЕРГИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПРЕПАРАТА ОКСИПРОТЕКТ

Горбачева Ю.А., м.н.с.

Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия
e-mail: picarany@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена информация по рассмотрению вопросов местного раздражающего действия нового комбинированного препарата оксипротект. Оценка аллергизирующего (сенсibilизирующего) действия оксипротекта проводилась в условиях отдела фармакологии ФГБНУ КНИЦЗВ с помощью провокационных кожных проб на клинически здоровых нелинейных морских свинок с массой тела 270–300 г (метод эпикутанных аппликаций). Выявлено, что оксипротект при накожном нанесении подопытным животным не обладает аллергизирующими свойствами и не индуцирует раздражение кожного покрова.

Ключевые слова: оксипротект, морские свинки, аллергия, метод эпикутанных аппликаций

Введение. В настоящее время на площадке отечественной ветеринарной фармацевтической индустрии наблюдается динамичный интерес к эффективным импортонезависимым лекарственным препаратам и кормовым добавкам. Во всем мире, и в Российской Федерации в том числе, при разработке и последующей регистрации новых ветеринарных препаратов предполагается пунктуальное проведение комплекса мероприятий, включающих ветеринарную фармакологию, токсикологию, клинические испытания на целевых животных и обязательна доклиническая апробация с целью анализа возможной вредности и побочных явлений. Один из составляющих критериев доклинического мониторинга является исследование аллергизирующих свойств препарата на тестируемых лабораторных животных [1, 2]. Отличительная особенность аллергического ответа на раздражитель заключается в неоднозначности внятного осознания его установления. По всей видимости, при нанесении лекарственного препарата допускается возможность гиперчувствительного ответа организма на входящие в состав компоненты, эффект, который расценивается как побочный [3, 4]. Такой ответ может проявляться в виде жжения, дерматита, расстройств со стороны дыхательной системы что затрудняет терапию. По этой причине специалистами уделяется особое внимание к аллергическим возможностям компонентов в составе готового препарата и область сенсibilизации считается одной из

первоочередных звеньев до начала запуска в производственное русло и ветеринарную практику.

Материалы и методы исследования. Опыт проводился на клинически здоровых нелинейных беспородных 20 морских свинок, возрастом 2-3 года, обоего пола, светлого окраса, массой 620-730 г. Эксперимент проводился в условиях вивария ФГБНУ КНЦЗВ, где климат-контроль поддерживался в пределах 20-22 °С, относительная влажность 50-55 %. Вода и сено вволю, дача зерносмеси трехразовая. Животных распределили на 2 группы: опытную (n = 10), которой наносили испытуемый новый препарат оксипротект, и контрольную (n = 10), которой наносили стерильный изотонический раствор (физраствор) для инфузий. Оксипротект представляет собой мультифункциональный, адаптогенный, антиоксидантный стерильный раствор для инфузий на водной основе. По внешнему виду прозрачная жидкость бледно-розового цвета. Для изучения его алергизирующего свойства прием выбора явился «метод эпикутанных аппликаций», который позволяет определить изменения со стороны кожного покрова [5, 6]. Для проведения провокационной кожной пробы предварительно животным по боковой линии пояснично-крестцовой области выбривали интересующий участок размером 4×4 см. При помощи одноразового трехкомпонентного шприца опытным животным равномерно наносился 1 мл препарата оксипротект, контрольным 1 мл физраствора (см. рисунок).



Нанесения указанных растворов на кожу повторялись ежедневно: 1 раз в день, в течение 1 месяца. Считывание ответной реакции фиксировалось спустя 30 минут после аппликации, затем по окончании 1, 3, 6, 12 и 24 часов. Контролировалось общее клиническое состояние, местная температура кожи, ее цвет, целостные ее изменения, наличие эритемы, отеков, иных признаков воспаления. Динамика ответной реакции на препарат регистрировалась ежедневно по шкале оценки кожных проб (см. таблицу).

Шкала оценки кожных проб

Результат реакции	Условное обозначение	Описание реакции
Отрицательный	—	Изменения кожи отсутствуют
Сомнительный	+ —	Небольшая эритема без отека
Слабоположительный	+	Наличие эритемы без отека
Положительный	++	Эритема и отек в месте аппликации
Резко положительный	+++	В месте аппликации эритема, отек, папулы, изолированные везикулы
Агрессивно положительный	++++	В месте аппликации гиперемия, отек, папулы, сливающиеся

Результаты исследования. По завершению эксперимента было отмечено, что препарат оксипротект в исследуемой дозе не оказал аллергизирующего и раздражающего действия на кожный покров лабораторных животных. Отсутствовала гибель животных, аппетит и двигательная активность сохранены, колебания температуры кожи в пределах нормы, особенностей в поведении не обнаружено. Эпидермис без изменений: цвет бледно-розовый, без отеков, эритем, инфильтрации, отмечено отсутствие болезненности при пальпации и утолщения кожной складки. Исходя из суммы полученных данных критериев оценивания по шкале оценки кожных проб у 100 % опытных морских свинок отмечена отрицательная реакция.

Вывод. Соответственно, по итогу проведенного опыта было выявлено, что новый полифункциональный комбинированный препарат оксипротект в исследуемых дозах при накожном использовании не несет в себе местнораздражающих свойств, не оказывает аллергизирующего влияния и не показал наличие сенсибилизации.

Список литературы

1. Востроилова Г.А., Хохлова Н.А., Канторович Ю.А., Корчагина А.А. Экспериментальная оценка аллергизирующих свойств препарата аминоселеферон // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – № 3. – С. 24–29.
2. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под общ. ред. Р.У. Хабриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2005. – 832 с.
3. Петров Е.К., Горбачева Ю.А., Абрамов А.А., Семененко М.П. Изучение раздражающего и кожно-резорбтивного действия препарата фугавет // Сб. науч. тр. – Краснодар, 2025. – С. 307-310.
4. Жешко Н.В. Изучение эмбриотоксического и тератогенного действия, раздражающих и аллергизирующих свойств, стабильности при хранении ветеринарного препарата «Мастин» // Эпизоотология. Иммунобиология. Фармакология. Санитария. – 2022. – № 2. – С. 59–63.
5. Власенко А.А., Семененко К.А., Семененко М.П. Оценка аллергизирующих свойств препарата силиостин // сб. науч. тр. – Краснодар, 2023. – С. 312-314.
6. Арисов М.В., Белых И.П., Артемов В.В. Изучение аллергизирующих свойств лекарственного препарата для ветеринарного применения «Инспектор Квадро» // Ветеринарный врач. – 2018. – № 4. – С. 18.

<https://doi.org/10.26898/2026-230>
УДК 619:616:578.826-085:636.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ПАНЛЕЙКОПИИ КОШЕК

Гордеева М.Я., студент

Научный руководитель – Степанова К.В., канд. биол. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается сравнительная оценка клинической эффективности ряда схем лечения панлейкопии у кошек. В рамках проведенного исследования схема комплексной терапии панлейкопии с включением Ронколейкина продемонстрировала более высокую клиническую и гематологическую эффективность по

сравнению со схемой, где использовался Фоспренил. Применение Ронколейкина способствовало более быстрому купированию лихорадки, активному восстановлению показателей красной и белой крови, что коррелирует с ускоренным клиническим улучшением. Полученные данные позволяют рекомендовать включение Ронколейкина в протоколы интенсивной терапии панлейкопении кошек для усиления иммунокорригирующего компонента лечения. Окончательный выбор схемы должен учитывать индивидуальное состояние пациента и возможности клиники.

Ключевые слова: кошки, панлейкопения, лечение, сравнительная эффективность, иммунотерапия, Ронколейкин, Фоспренил, гематологические показатели

В последние годы в Российской Федерации наблюдается значительное ухудшение эпизоотической обстановки, вызванное всплеском инфекционных заболеваний среди животных. В частности, отмечаются резкий рост числа случаев панлейкопении у кошек. Данное высококонтагиозное заболевание, которое вызывается парвовирусом, повсеместно распространено в популяции кошек. Оно отличается крайне высоким уровнем летальности, который при отсутствии своевременного лечения может достигать 60-80% [1, 5-7].

Высокая летальность при панлейкопении наносит существенный урон как любительскому содержанию кошек, так и профессиональной фелинологической деятельности. Заболевание подрывает усилия по повышению благополучия животных, влечёт за собой значительные финансовые потери, которые связаны с лечением, что ставит под угрозу успех программ разведения породистых кошек, а также сохранение генетики редких видов семейства кошачьих.

Отмечается рост sporadических случаев и вспышек заболевания, что обусловлено рядом факторов: увеличением численности популяции безнадзорных кошек, недостаточным уровнем вакцинопрофилактики в отдельных регионах и появлением новых штаммов вируса.

Высокая контагиозность возбудителя, его исключительно устойчивость во внешней среде и многообразие путей передачи делает панлейкопению постоянной угрозой для питомников, приютов и частных домовладений. Это носит не только ощутимый экономический ущерб, но и приводит к гибели животных, что вызывает серьёзную озабоченность как ветеринарных специалистов, так и владельцев кошек [2, 3].

Панлейкопения - это высокозаразное острое заболевание кошек, вызываемое ДНК-содержащим вирусом семейства Parvoviridae. Вирус поражает быстро делящиеся клетки, в первую очередь - лимфоидной ткани, желудочно-кишечного тракта и костного мозга. Это приводит к характерным симптомам: рвоте, диарее, сильному обезвоживанию, лихорадке и угнетению кроветворной функции [4, 8-10].

В связи с этим совершенствование методов ранней диагностики, разработка эффективных схем терапии и анализ охвата популяции вакцинацией являются важнейшими задачами современной ветеринарной вирусологии и эпидемиологии.

Так, целью исследования явилась сравнительная диагностика эффективности различных схем лечения при панлейкопении кошек.

Работа выполнена на базе ветеринарной клиники «Нео-Вет» города Белорецк Республики Башкортостан, а также на кафедре инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

Объектами исследования в работе стали кошки различных пород и возрастных групп, которые принадлежали приютам города Белорецк в количестве 4 штук с клиническими признаками парвовирусного энтерита.

На этапе постановки предварительного диагноза использовались данные анамнеза, клинического осмотра и оценка эпизоотической ситуации. В рамках лабораторной диагностики проводилось общее клиническое исследование крови. Окончательная

верификация диагноза осуществлена методом полимеразной цепной реакции образцов фекалий.

В исследовании участвовали две группы кошек, по два животных в каждой. Все животные были получены из приюта, содержались в одинаковых условиях и получали одинаковый корм. На момент начала работы ни одно животное не было вакцинировано.

Заболевание у кошек проявлялось однотипной клинической симптоматикой. Наиболее характерными были следующие симптомы: общее угнетение, лихорадка до 41-43 °С, рвота, диарея, признаки обезвоживания, болезненность в области живота и метеоризм.

Лечение панлейкопении было комплексным и включало следующие направления:

1. Регидратационная и детоксикационная терапия: капельная инфузия растворов для коррекции дегидратации, электролитного баланса и кислотно-основного состояния.

2. Симптоматическая терапия: применение противорвотных, противодиарейных препаратов и спазмолитиков.

3. Иммунотерапия: использование иммуностимулирующих препаратов.

4. Антибактериальная терапия: назначение антибиотиков для профилактики вторичных бактериальных инфекций.

Отличие схем лечения заключалось в применении различных препаратов, стимулирующих лейкопоз: в 1-й группе применяли препарат Фоспренил, во 2-й - Ронколейкин.

Организация противоэпизоотических мероприятий при панлейкопении кошек осуществляется ветеринарными специалистами в соответствии с ветеринарными правилами и включает:

- Проведение диагностических исследований (включая ПЦР-анализ ИФА) для выявления вируса или антител.

- Ежедневно клинический осмотр животных, контроль температуры тела и общего состояния.

- Строгую изоляцию больных и подозрительных по заболеванию животных.

- Проведение дезинфекции помещений, предметов ухода и контактных поверхностей с использованием эффективных против вируса средств.

- Контроль качества проводимый вакцинопрофилактики в благополучных хозяйствах и питомниках.

- Ведение учётной документации по заболеваемости, летальности, проведённым обработкам.

У животных на момент поступления в клинику наблюдались выраженные лейкоцитопения и лимфоцитопения независимо от степени тяжести заболевания. Эти признаки свидетельствуют о развитии инфекционного процесса и угнетения иммунной системы. Также наблюдается незначительное снижение гемоглобина, гематокрита, тромбоцитов и эритроцитов что свидетельствует о течении анемии у животных.

Для лечения 1-й группы применялся противовирусный препарат Фоспренил в отличие от 2-й, в которой применялся Ронколейкин, остальная схема лечения была одинаковая у 1-й и 2-й групп.

Применяемая схема лечения во 2-й группе показала более высокую эффективность, обеспечив нормализацию температуры тела у кошек уже на 2-е сутки, в то время как в 1-й группе для этого потребовалось 3 суток.

В течение первых трёх суток лечение у всех животных была достигнута полная остановка рвоты: у 3 кошек это произошло на вторые сутки, у 1 - на 3-и.

Нормализация состояния животных в отношении диарейного синдрома в 1-й группе была достигнута к 3-м суткам, в то время как во 2-й группе диарея сохранялась до 5-6 суток терапии.

У всех животных 2-й опытной группы наблюдалось повышение общей активности, а умеренный аппетит появился на 3-и и 4-е сутки лечения.

Проведённый до лечения общий анализ крови выявил значительную лейкопению лейкоцитопению и незначительное снижение эритроцитов. В ходе наблюдения клинически значимые показатели в сравниваемых группах демонстрировали разнонаправленную динамику.

Во 2-й группе терапия оказалась более эффективной, чем свидетельствует достоверное улучшение ключевых показателей: уровень гемоглобина достиг верхней границы нормы, а количество лейкоцитов от значения гематокрита нормализовались.

В 1-й группе также наблюдалась положительная динамика, однако она была менее выражена: показатели гемоглобина и гематокрита остались на нижней границе нормы, а уровень лейкоцитов практически не изменился.

Кроме того, в обеих группах отмечено схожая положительная динамика в отношении лимфоцитов, количество которых пришло в норму, что указывает на восстановление иммунного статуса.

Несмотря на тяжесть течения панлейкопении, современные протоколы диагностики и лечения позволяют добиться выздоровления даже в тяжёлых случаях. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию терапевтических схем, изучение эффективности новых противовирусных препаратов и повышения эффективности вакцинопрофилактики для полной ликвидации этой грозной инфекции.

Можно сделать вывод, что применяемая терапия оказала корригирующее воздействие на систему кроветворения, при этом схема лечения, использованная во 2-й группе, где применялся Ронколейкин, продемонстрировала более высокую клиническую эффективность, чем в 1-й группе, где применялся Фоспренил.

Таким образом, применение Ронколейкина теоретически обосновано и клинически эффективно.

Список литературы

1. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
2. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.
3. Боровинский Г.Е. Лечение собак при дирофиляриозе // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. по результатам работы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Вологда, 2025. – Т. 3, ч. 2. – С. 11-15.
4. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
5. Кормильцева Ю.А. Сравнительная оценка лечения плотоядных при цистоизоспорозе // Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: развитие ветеринарной медицины и агрономии: материалы Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых Ин-та ветеринарной медицины, Ин-та агроэкологии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2025. – С. 249-253.
6. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.

7. Степанова К.В., Абдыраманова Т.Д. Биохимический статус животных при поражении слизистых оболочек инфекционными агентами // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: междунар. науч.-практ. конф. проф.-преподават. состава. – СПб.; Пушкин: ФГБОУ ВО СПбГАУ, 2024. – С. 99-102.
8. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. Ин-та ветеринарной медицины, Ин-та агроэкологии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.
9. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.
10. Хохряков Д.Д. Терапевтические мероприятия при уролитиазе у котят // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 649-650.

<https://doi.org/10.26898/2026-231>
УДК 619:617

ЭНДОГЕННЫЕ ПОТЕРИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕЛЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН НАНОЧАСТИЦ Cu-63 И Fe-56

Гречкина В.В.^{1, 2}, канд. биол. наук, доцент,

Кван О.В.^{1, 3}, д-р биол. наук,

Шейда Е.В.^{1, 3}, д-р биол. наук

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН,
Оренбург Россия

²Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

³Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
e-mail: Viktoria1985too@mail.ru; kwan111@yandex.ru; elena-shejjda@mail.ru

Аннотация. В статье описано исследование влияния стабильных наночастиц меди-63 и железа-56 на эндогенные потери химических элементов в теле цыплят-бройлеров с целью оценки их биологической активности. В I и II группе отмечалась тенденция к уменьшению содержания в теле птицы токсичных элементов и увеличению – эссенциальных. В III группе увеличивалось содержание в теле птицы Zn, Cr, Al и Ni. В I опытной группе отмечалось снижение эндогенных потерь Fe и Cu, в то время как в III опытной группе – Mn, Zn, Se, Co, по сравнению с контролем. Для II опытной группы было характерно увеличение эндогенных потерь по сравнению с контролем.

Ключевые слова: микроэлементы, наночастицы, кормление, эндогенные потери, цыплята-бройлеры

Введение. Современное развитие промышленного животноводства требует эффективных методов повышения иммунитета и продуктивности сельскохозяйственных животных. Одним из направлений является обеспечение организма необходимыми микроэлементами, играющими ключевую роль в поддержании гомеостаза и функционировании ферментных систем [1].

Микроэлементы присутствуют в тканях животных в незначительных, постоянных количествах, однако их роль в процессах роста и развития очень важна. Такие элементы, как

Cu, Fe, Mn и Zn, выполняют, прежде всего, функцию катализаторов в ферментативных реакциях, протекающих внутри клеток, либо являются компонентами ферментов. Их воздействие на ферментативные превращения колеблется от незначительного влияния ионной силы раствора до образования высокоспецифичных связей, формирующих металлоферменты. Эти элементы играют незаменимую роль в поддержании здоровья и жизнедеятельности [2].

Применение наночастиц микроэлементов, включая стабильные изотопы, открывает перспективы для создания искусственных депо микроэлементов в тканях организма. Такие формы обладают высокой биодоступностью и низкой токсичностью по сравнению с традиционными минеральными солями [3].

Установлено, что наночастицы железа обладают выраженным биостимулирующим эффектом: они способствуют ускорению роста животных, стимулируют регенеративные процессы в тканях печени после частичной гепатэктомии, а также ускоряют заживление повреждений [4]. При этом уровень токсичности наночастиц селена, железа, меди и аналогичных микроэлементов с размером частиц около 100 нм в показателях МПД, ЛД₅₀ и ЛД₁₀₀ значительно ниже по сравнению с традиционными минеральными солями. Их биодоступность при этом существенно выше, чем у неорганических или органически связанных форм [5]. Однако из-за склонности наночастиц к агрегации становится актуальным не только изучение их индивидуальной активности, но и исследование свойств образующихся агрегатов [6].

Цель исследования – оценить эндогенные потери химических элементов в теле цыплят-бройлеров при введении в рацион наночастиц меди-63 и железа-56.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2024-2025 гг. на базе отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург, Россия).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования осуществлялись в соответствии с требованиями инструкций и рекомендаций к выполнению биологических исследований. При проведении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества исследованных опытных образцов.

Животные контрольной и опытных групп находились на основном сбалансированном рационе, в рацион бычков опытных групп в составе концентрированного корма вносили в рацион ультрадисперсные частицы меди и железа: I опытная – УДЧ меди в дозировке 0,3 мг/кг корма; II опытная – УДЧ железа 0,6 мг/кг корма.

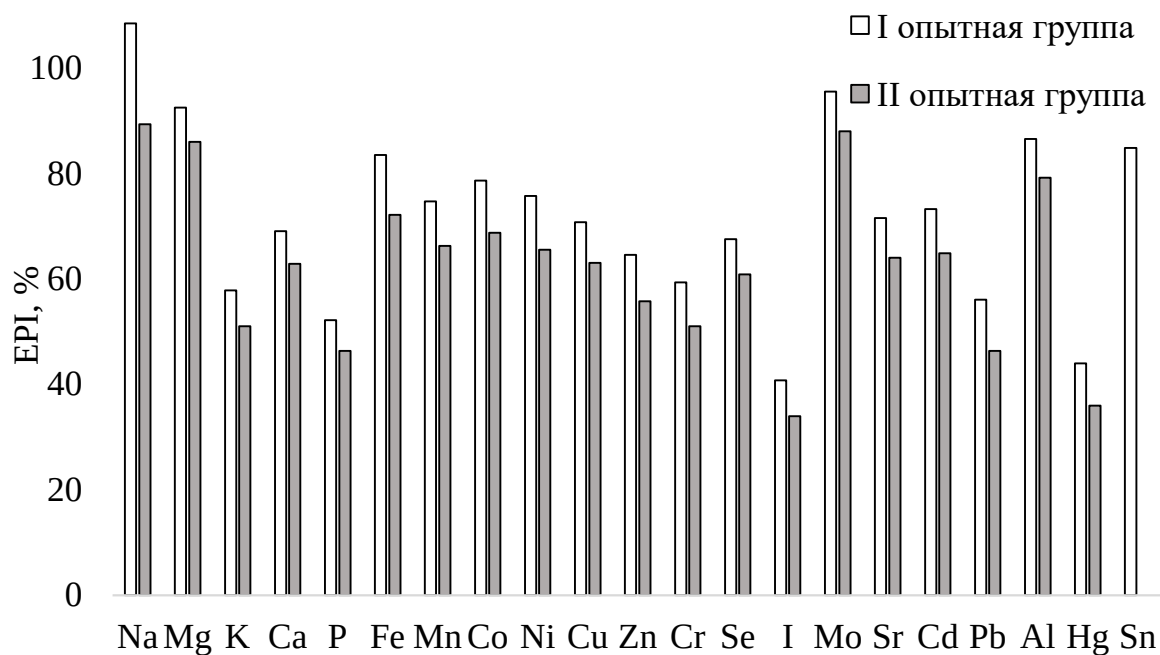
Для оценки эндогенных потерь введён нормированный индекс эндогенных потерь (ЕРІ, %), отражающий относительную долю элемента, теряемую организмом за счёт эндогенной секреции.

Для сравнения вариантов использовали непараметрический метод анализа. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

Результаты исследования. Для оценки эндогенных потерь введён нормированный индекс эндогенных потерь (ЕРІ, %), отражающий относительную долю элемента, теряемую организмом за счёт эндогенной секреции.

В расчётах контрольная группа принята за 100 %, а показатели по опытным группам нормированы таким образом, чтобы:

- значения < 100 % отражали снижение эндогенных потерь относительно контроля;
- значения > 100 % отражали увеличение эндогенных потерь. Во всех случаях 100 % соответствует уровню эндогенных потерь в контрольной группе, рассчитанному по исходным данным (содержание в комбикорме, химусе и помёте) (см. рисунок).



Нормированный индекс эндогенных потерь (EPI, %)

Оценивая полученные данные, можем указать на тот факт, что в I опытной группе происходит снижение эндогенных потерь по всем исследуемым элементам, в среднем на 12-40 %, что соответствует индексу эндогенных потерь 60-90 %, наиболее выраженное снижение выявлено у цинка на 35 %, йода – на 59 %, хрома – на 40 %, фосфора – на 48 %, кальция – на 31 %, что можно объяснить тем, что УДЧ меди уменьшают секрецию минеральных компонентов в кишечник, снижая эндогенные потери. Во II опытной группе индексы эндогенных потерь были еще ниже, чем в I группе, достигая 34-89 %, что указывает на улучшенный транспорт элементов через кишечную стенку, а также на снижение нагрузки на минеральный обмен, наиболее выраженное снижение отмечено по йоду на 66 %, цинку – на 44 %, хрома – на 49 %, кальцию – на 37 % и железу – на 28 %. Таким образом, УДЧ железа демонстрирует оптимальный профиль удержания элементов.

Выводы. Таким образом, оценка эндогенных потерь показала, что наночастиц железа обеспечивают экономное использование минеральных веществ, что подтверждается минимальными значениями нормированного индекса потерь по большинству макро- и микроэлементов. Значительное снижение эндогенных потерь I, Zn, Cr, Ca и Fe отражает улучшение транспортных процессов через кишечную стенку и повышение эффективности удержания элементов в организме. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования изотопов Cu-63 и Fe-56 в качестве компонентов для моделирования искусственных депо микроэлементов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 25-16-00111.

Список литературы

1. Гречкина В.В., Шейда Е.В., Кван О.В. Механизм взаимодействия организма животного с микробиотой желудочно-кишечного тракта (обзор) // Аграрная наука. – 2024. – № 4. – С. 54-58. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-381-4-54-58.
2. Кван О.В. Эндогенные потери веществ: оптимизация микронутриентной обеспеченности рационов сельскохозяйственных животных (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – № 106 (4). – С. 148-163.

3. Короткова А.М. Морфофизиологические изменения у пшеницы (*Triticum vulgare* L.) под влиянием наночастиц металлов (Fe, Cu, Ni) и их оксидов (Fe₃O₄, CuO, NiO) // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 1. – С. 172-182.
4. Романова А.П. Особенности применения наноразмерных форм микроэлементов в сельском хозяйстве (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – № 2. – Т. 101. – С. 237-249.
5. Сизова Е.А. Сравнительная характеристика биологических эффектов разноразмерных наночастиц меди и железа // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 3. – С. 13-17.
6. Holscher H.D., Caporaso J.G., Hooda S., Brulc J.M. Fiber supplementation influences phylogenetic structure and functional capacity of the human intestinal microbiome: follow-up of a randomized controlled trial // Brulc Am J Clin Nutr. – 2015. – No. 101(1). – P. 55-64.

<https://doi.org/10.26898/2026-232>
УДК 615.322:616-092.19

ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ *ARTEMISIA FRIGIDA* НА МЫШЕЙ С ИММУНОДЕФИЦИТОМ

Даваадорж Лхамсайзмаа¹, д-р вет. наук,
Болдын Бат-Эрдэм¹, магистр биотехнологии,
Чулуунбатын Мөнхзаяа¹, магистр ветеринарии,
Энхболдын Намжилсүрэн², магистр химии

¹Научно-исследовательский институт ветеринарной медицины,
Улан-Батор, Монголия

²Монгольский государственный университет,
Улан-Батор, Монголия
e-mail: Lkham7704@gmail.com

Аннотация. В последние годы отмечается рост интереса к использованию биологически активных природных соединений растительного происхождения, обладающих избирательным фармакологическим действием и низкой токсичностью, в качестве альтернативы химически синтезированным лекарственным средствам. В условиях климатических изменений и деградации пастбищ снижение качества кормовой базы приводит к нарушению иммунного гомеостаза у сельскохозяйственных животных, что способствует развитию незаразных заболеваний. В этой связи актуальным является поиск эффективных иммуномодулирующих средств на основе отечественного растительного сырья. Целью настоящего исследования явилась оценка иммунного действия вторичных метаболитов полыни холодной (*Artemisia frigida* Willd.) при экспериментально индуцированном иммунодефиците. Эксперименты проведены на мышах линии BALB/c. Иммуносупрессию индуцировали двукратным внутрибрюшинным введением циклофосфана в дозе 45 мг/кг. Вторичные метаболиты *Artemisia frigida* (50 мг/кг), препарат сравнения «Иммунал» (200 мг/кг) и кверцетин, выделенный из *Artemisia frigida* (50 мг/кг), вводили внутривентрально один раз в сутки в течение 14 дней. Уровни иммуноглобулинов IgG и IgM, а также субпопуляций лимфоцитов CD4⁺ и CD8⁺ определяли методом иммуноферментного анализа (ELISA). Начиная с 14-х суток эксперимента у животных, получавших вторичные метаболиты *Artemisia frigida*, отмечалось статистически значимое снижение активности АлАТ и АсАТ и достоверное повышение уровней IgG и IgM по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о выраженном

иммунокорректирующем и гепатопротекторном действии вторичных метаболитов *Artemisia frigida*, что обосновывает перспективность их применения для профилактики и коррекции иммунных нарушений в ветеринарной практике.

Ключевые слова: циклофосфан, незаразные болезни, трицин, АлАт, АсАт, CD4, CD8

Введение. *Artemisia frigida* на протяжении веков использовалась в традиционной медицине для лечения заболеваний почек, суставов, диуреза, дыхательных путей, артериальной гипертензии, желудочно-кишечных расстройств и для регуляции иммунной функции. Исторические данные свидетельствуют о применении растения в акупунктуре с XIII века и в бальнеотерапии, включая санаторий «Таван Рашаан» с XVII–XVIII веков. В Монголии, на Тибете и на Дальнем Востоке России растение использовали для укрепления организма, улучшения пищеварения, поддержки иммунитета и кровообращения [1].

Полынь холодная богата биоактивными соединениями: флавоноидами, кумаринами, сесквитерпенами, эфирными маслами, полисахаридами, алкалоидами, витаминами и минералами. Пять основных флавоноидов (F1–F5) отвечают за противовоспалительную активность, эфирные масла демонстрируют антиоксидантные и антимикробные свойства. Вторичные метаболиты способствуют стресс-реакции и адаптации к экстремальным условиям [2]. Цель настоящего исследования – изучить влияние вторичных метаболитов *A. frigida* на иммунодефицит, индуцированный у мышей, и оценить их потенциал для применения в ветеринарной практике.

Материалы и методы. Исследование выполнено в соответствии с договором о реализации и финансировании базового научного проекта на 2020–2022 годы по теме «Исследование иммунного действия вторичных метаболитов полыни вида *Artemisia frigida*», утверждённого приказом Министра образования и науки Монголии от 19 мая 2020 года № ШУСС 2020/29.

Методология исследования была разработана и утверждена на заседании Учёного совета Научно-исследовательского института ветеринарной медицины (НИИВМ) 9 декабря 2021 года (протокол № 21/07/07). Экспериментальные исследования проведены в лаборатории фармакологии и токсикологии НИИВМ, на кафедре химии Монгольского государственного университета, а также в лаборатории химии природных соединений Института химии и химической технологии МАН.

В качестве экспериментальной модели использовали 75 белых мышей линии Balb/C массой 20–25 г, выращенных в виварии НИИВМ. Животных содержали в стандартных условиях (20 ± 2 °C) при соблюдении норм кормления и содержания. Экспериментальные исследования проводили серийно, с кратностью 2–3 раза, с оценкой иммунобиологических показателей в динамике.

Эксперименты с использованием лабораторных животных выполнялись в соответствии с требованиями биоэтики и одобрены Комиссией по этическому контролю (№ МЭБУС 21/01/05) в рамках проекта «Иммуномодулирующая активность вторичных метаболитов *Artemisia frigida*».

Надземные части растения *Artemisia frigida* были заготовлены в ботанико-географических районах Монголии Хангайском, Монголо-Даурском и Дундад-Халхском – в период с июня по сентябрь 2021–2023 годов. Выделение вторичных метаболитов осуществляли с использованием общепринятых методов фитохимического анализа и экстракции биологически активных соединений.

Результаты и обсуждение. Эксперимент включал пять групп мышей (по пять животных в каждой): I – здоровый контроль, II – контроль (циклофосфан + вода), III – циклофосфан + Иммунал (200 мг/кг/день), IV – циклофосфан + вторичные метаболиты *Artemisia frigida* (100 мг/кг/день), V – циклофосфан + кверцетин (50 мг/кг/день), введенные перорально. Основной целью исследования было оценить влияние вторичных метаболитов

A. frigida на иммунные показатели мышей с индуцированным циклофосфаном иммунодефицитом.

Результаты показали, что вторичные метаболиты *A. frigida* значительно воздействовали на клеточный и гуморальный иммунитет. С 14-го дня количество клеток селезенки и лимфоцитов у животных IV группы было статистически выше, чем в контрольной группе, что указывает на стимуляцию пролиферации лимфоидных клеток. Параллельно наблюдалось значительное повышение уровней IgG и IgM по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$), демонстрируя улучшение функции В-клеток и восстановление гуморального звена иммунитета. Активность печеночных ферментов АлАТ и АсАТ у животных IV группы снижалась с 14-го дня, что отражает гепатопротекторное действие и снижение метаболической нагрузки на печень.

Соотношение CD4/CD8 у мышей с индуцированным иммунодефицитом было 0,8 на старте, 0,9 на 4-й день и достигло 1,01 на 14-й день, что подтверждает восстановление Т-клеточного ответа. Эти наблюдения указывают на выраженный иммуномодулирующий эффект вторичных метаболитов *A. frigida*, обеспечивающий одновременное улучшение клеточного и гуморального иммунитета, а также поддержание гомеостаза.

Действие *A. frigida* можно объяснить комплексным составом биоактивных соединений: флавоноиды, кумарины, сесквитерпены, эфирные масла, полисахариды и алкалоиды, обладающие антиоксидантной и противовоспалительной активностью. Пять основных флавоноидов являются ключевыми компонентами противовоспалительного действия.

Сравнение с контрольными группами и группой, получавшей Иммунал, показало, что вторичные метаболиты *A. frigida* не только восстанавливают иммунные показатели, но и обеспечивают более выраженное повышение CD4/CD8 и IgG/IgM, подчеркивая их потенциал как природного иммуностимулятора. Эти эффекты, вероятно, обусловлены синергетическим действием нескольких соединений, что обеспечивает комплексное воздействие на иммунную систему и защиту печени.

Дополнительно, результаты согласуются с предыдущими исследованиями, подтверждающими антиоксидантную, противовоспалительную и антибактериальную активность *A. frigida* и других видов *Artemisia*. Наблюдения за снижением ферментативной нагрузки и восстановлением иммунного ответа подтверждают возможность применения вторичных метаболитов *A. frigida* в ветеринарной практике для профилактики и коррекции иммунодефицита, а также для поддержки общего гомеостаза животных в стрессовых и экстремальных условиях.

Таким образом, вторичные метаболиты *Artemisia frigida* демонстрируют выраженное иммуномодулирующее, гепатопротекторное и антиоксидантное действие, способствуют восстановлению клеточного и гуморального иммунитета при циклофосфаном индуцированном иммунодефиците и могут рассматриваться как перспективное природное средство для применения в ветеринарии. Полученные результаты подтверждают необходимость дальнейшего изучения дозозависимого эффекта, механизмов действия биоактивных соединений и их безопасности при длительном использовании.

Вывод. Вторичные метаболиты *Artemisia frigida* демонстрируют выраженный иммуномодулирующий эффект при экспериментально индуцированном иммунодефиците у мышей, способствуя повышению соотношения CD4⁺/CD8⁺ Т-лимфоцитов и уровней иммуноглобулинов IgG и IgM, что подчеркивает их потенциал для применения в ветеринарной практике как природного иммуностимулятора.

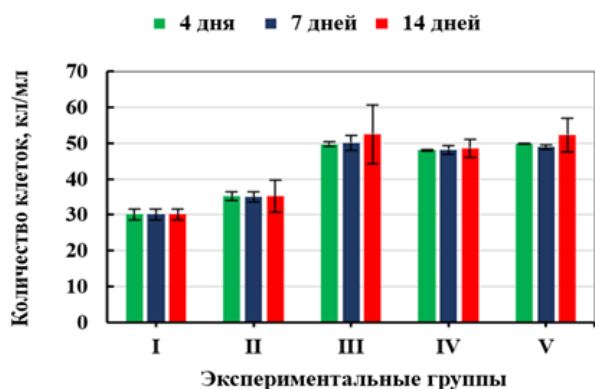


График 1. Показатели клеток селезенки

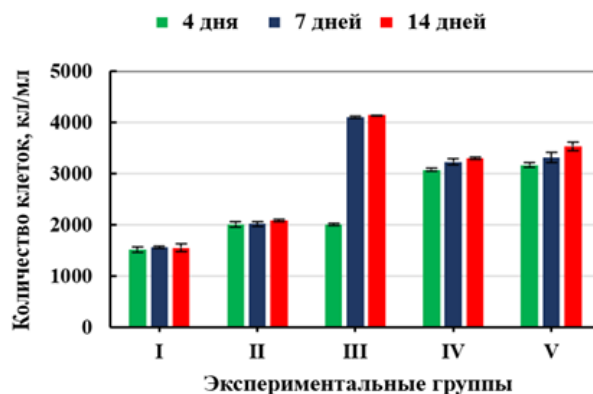


График 2. Показатели лимфоцитов

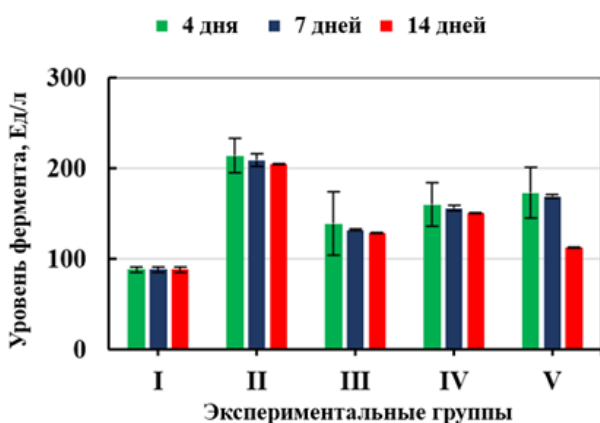


График 3. Показатели фермента АЛАТ

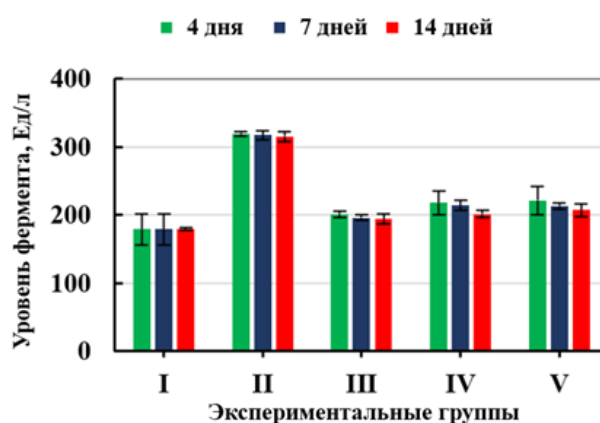


График 4. Показатели фермента АсАТ

Список литературы

1. Лхамсайзмаа Д. и др. Исследование иммунного действия вторичных метаболитов *Artemisia frigida* Willd.: научно-исследовательский отчет по государственному проекту. – Улан-Батор, 2025. – 82 с.
2. Namjilsyren E. Phytochemical and pharmacological study of some biologically active compounds of *Artemisia frigida* Willd. // Proceedings of the First International Conference of Natural and Biological Resource Technologies (NBRT 2022). – Ulaanbaatar, 2022. – P. 67.

<https://doi.org/10.26898/2026-233>

УДК 619:616.98:578.828.11:[636:612.014.4]

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЯХ ОТДЕЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Двоеглазов Н.Г., канд. вет. наук, с.н.с.,

Агаркова Т.А., канд. вет. наук, с.н.с.,

Осипова Н.А., канд. биол. наук, доцент, с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: lableucosis@yandex.ru

Аннотация. В рамках исследования проведен анализ корреляции между степенью тяжести эпизоотической ситуации по лейкозу и наличием факторов риска распространения

данной инфекции в 75 неблагополучных по лейкозу хозяйствах Новосибирской области. В качестве анализируемых факторов риска были выбраны 10 экзогенных факторов, оказывающих значительное влияние на интенсивность эпизоотического процесса при лейкозной инфекции. Выполнена качественная и количественная оценка репрезентации факторов риска в хозяйствах, а также определены наиболее часто регистрируемые из них. Проведена оценка корреляции отдельных факторов риска с показателями заболеваемости лейкозом коров, уровнем инфицированности коров и телок. Статистически значимая связь ($p < 0,001$) установлена между заболеваемостью коров и использованием для воспроизводства стада телят, полученных от коров в гематологической стадии болезни; отсутствием регулярного контроля серологического статуса коров по лейкозной инфекции. Выявлена корреляция ($p < 0,001$) между инфицированностью коров и такими факторами, как отсутствие регулярного контроля серологического статуса животных по лейкозу и применение естественного осеменения. Кроме того, установлена связь ($p < 0,001$) между уровнем инфицированности телок и совместным содержанием и выпасом животных с различным статусом по лейкозной инфекции.

Ключевые слова: лейкоз крупного рогатого скота, факторы риска, эпизоотический процесс, ВЛКРС-инфекция, уровень инфицированности, уровень заболеваемости

Лейкоз крупного рогатого скота (КРС) представляет собой хроническую инфекционную болезнь, наносящую значительный экономический ущерб животноводству вследствие снижения продуктивности, преждевременной выбраковки животных и ограничений реализации продукции. Возбудитель заболевания – вирус лейкоза КРС (ВЛКРС) – передается горизонтальным и вертикальным путями, что обуславливает сложность его контроля и элиминации в неблагополучных хозяйствах. Несмотря на длительное изучение проблемы, достижение устойчивого благополучия по лейкозу остается актуальной задачей для многих регионов.

Эффективность противолейкозных мероприятий напрямую зависит от точной идентификации ключевых факторов риска, способствующих распространению инфекции. Современная эпизоотология требует не только качественного описания таких факторов, но и их количественной оценки с применением статистических методов. Это позволяет перейти от экспертных предположений к доказательно обоснованным управленческим решениям. В частности, установление статистически значимой связи между конкретным условием содержания, кормления или методом диагностики и уровнем заболеваемости является основой для разработки целенаправленных и экономически эффективных профилактических стратегий [1-4].

В данном исследовании была поставлена задача провести комплексный анализ производственных факторов, влияющих на распространение лейкоза в молочных стадах. Внимание уделялось не только выявлению корреляционных зависимостей, но и оценке их статистической достоверности. *Цель исследования* – провести корреляционный анализ между наличием основных технологических и ятрогенных факторов риска и уровнем заболеваемости лейкозом коров, а также уровнем инфицированности ВЛКРС коров и телок в неблагополучных хозяйствах Новосибирской области.

Материалы и методы. Работа выполнена в лаборатории лейкозов ИЭВСиДВ СФНЦА РАН. Исследование проведено на базе 75 неблагополучных по лейкозу хозяйств Новосибирской области. Проанализированы данные отчетности Управления ветеринарии за несколько лет и первичные данные из хозяйств. Эпизоотический процесс изучали на двух группах животных: телки случного возраста и коровы. Проведена оценка 10 факторов риска, отобранных на основе научных литературных данных. Статистическая обработка выполнена с использованием эпизоотологического метода [5, 6] и корреляционного анализа с вычислением коэффициента сопряженности Пирсона (χ^2) [7]. Уровень статистической значимости различий оценивали при $p < 0,05$.

Результаты исследований и обсуждение. Анализ эпизоотической ситуации в изучаемых хозяйствах выявил значительную вариабельность показателей по лейкозу: уровень заболеваемости (появление гематологических изменений) варьировал от 0 до 3,7%, инфицированность коров – от 3,2 до 80,9%, инфицированность телок – от 0,5 до 27,1%.

В качестве объекта исследования были выбраны 10 производственных показателей, которые в научной литературе отмечаются как наиболее информативные и существенные для развития эпизоотического процесса при лейкозе.

На первом этапе исследований проведена количественная оценка встречаемости анализируемых факторов риска в обследованных хозяйствах. Анализ показал, что в большинстве случаев в хозяйствах регистрировалось от 2 до 7 факторов, способствующих распространению инфекции. При этом основная часть предприятий (44 из 65, или 67,7%) характеризовалась наличием от 3 до 5 факторов. Наибольшее количество факторов (8) было зарегистрировано в одном хозяйстве. Случаи максимального числа факторов риска (9–10) выявлены не были.

Затем был проведен анализ частоты регистрации отдельных факторов риска в изучаемых хозяйствах (табл. 1, расположены в порядке убывания).

Таблица 1

Частота регистрации отдельных факторов риска распространения лейкоза крупного рогатого скота в хозяйствах Новосибирской области (n = 75)

Фактор риска	Число хозяйств	Процент от общего числа хозяйств (n = 75)
Отсутствие изолированных боксов для отела	67	89,3
Использование естественного осеменения и наличие РИД(+) быков-производителей	53	70,6
Совместное содержание и пастбище РИД(+) и РИД(–) животных	45	60,0
Выпаивание телят сборным необезвреженным молоком	33	44
Использование шприцев-автоматов	30	40,0
Отсутствие регулярного серологического контроля, неполный охват поголовья, исследование коров только гематологическим методом	28	38,7
Использование для ремонта стада телят, полученных от коров в гематологической стадии болезни	19	25,3
Нарушение регламента исследований молодняка (например, 1 раз в 12 мес вместо 6 мес)	10	13,3
Коровы в гематологической стадии болезни на передержке	7	9,3
Отсутствие кровобрательных игл, нехватка дезосредств	1	1,3

Результаты обследования 75 хозяйств выявили системное несоблюдение ключевых ветеринарно-санитарных норм. Высокий риск создает отсутствие изолированных боксов для отела (89,3% хозяйств). Широко распространены (40–70,6%) факторы горизонтальной передачи инфекции: совместное содержание животных, использование инфицированных быков, общие инструменты и выпойка необеззараженным молоком. Реже отмечались использование потомства от больных коров (25,3%) и нарушения в диагностике (9,3–13,3%). Дефицита санитарных средств не выявлено, поэтому данный фактор, как статистически незначительный, исключен из дальнейшего анализа.

На втором этапе на основе эпизоотологических данных по лейкозу крупного рогатого скота (уровень инфицированности ВЛКРС и заболеваемости) хозяйства были классифицированы на три группы для каждого показателя. Критерии разделения были следующими:

- по уровню инфицированности коров: высокая (> 20%) и низкая (< 10%) группы;
- по уровню инфицированности телок: высокая ($\geq 10\%$) и низкая (< 5%) группы;
- по уровню заболеваемости коров: высокая (> 1,5%) и низкая (< 1%) группы.

Для выделенных групп был проведен корреляционный анализ с целью выявления статистической связи между наличием факторов риска и эпизоотологическими показателями (уровень заболеваемости коров, уровень инфицированности коров и телок) (табл. 2).

Таблица 2

**Корреляция факторов риска с уровнем заболеваемости и инфицированности животных ВЛКРС
(коэффициент сопряженности Пирсона)**

Фактор риска	Уровень заболеваемости коров	Уровень инфицированности коров	Уровень инфицированности телок
Отсутствие регулярного серологического контроля коров, неполный охват поголовья или исследование только гематологическим методом	0,667***	0,563***	0,258**
Выпойка телят сборным необезвреженным молоком	0,362**	0,328**	0,365**
Нарушение регламента серологических исследований молодняка (например, 1 раз в 12 вместо 6 месяцев)	0,297**	0,087	0,291**
Использование естественного осеменения с привлечением инфицированных (РИД+) быков-производителей	0,261**	0,421***	0,195*
Отсутствие изолированных боксов для отела	0,591*	0,575*	0,486*
Совместное содержание и пастьба инфицированных (РИД+) и здоровых (РИД-) животных	0,328**	0,425**	0,441***
Использование шприцев-автоматов	0,166*	0,327**	0,418**
Использование для ремонта стада телок, полученных от коров в гематологической стадии	0,562***	0,398**	0,446**
Содержание коров в гематологической стадии на передержке	0,423**	0,261**	0,285**

* $p < 0,05$ (слабая сила связи); ** $p < 0,01$ (средняя сила связи); *** $p < 0,001$ (сильная сила связи).

Отсутствие изолированных боксов для отела и отсутствие регулярного серологического мониторинга демонстрируют сильную и достоверную корреляцию со всеми

тремя эпизоотологическими показателями. Самую сильную связь с уровнем заболеваемости имеют факторы использования потомства от коров в гематологической стадии и нарушения в серологическом контроле. Факторы горизонтальной передачи инфекции (совместное содержание, выпойка сборным молоком, общие инструменты) в большей степени коррелируют с уровнем инфицированности телок.

Заключение. Проведенный анализ позволил выделить ряд факторов, таких как отсутствие регулярного серологического контроля и несоблюдение асептики при ветеринарных обработках, которые демонстрируют высокую и статистически значимую связь с распространением лейкоза. Результаты исследования предоставляют научно обоснованную платформу для оптимизации системы мер борьбы с лейкозом КРС в условиях конкретных животноводческих предприятий.

Список литературы

1. Храмцов В.В. Факторы, коррелирующие со степенью распространения лейкоза крупного рогатого скота, и выявление животных группы риска: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Новосибирск, 1987. – 22 с.
2. Логинов С.И., Незавитин А.Г. Эколого-эпизоотологический анализ факторов риска развития лейкоза крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 12. – С. 100–103.
3. Симонян Г.А. Степень заболеваемости лейкозом и инфицированности ВЛКРС поголовья скота в неблагополучных хозяйствах // Материалы Всероссийской конференции к 65-летию Свердловской НИВС. – Екатеринбург, 2000. – С. 36–44.
4. Горбунов А.П. Теоретические основы и практика оздоровления хозяйств от лейкоза крупного рогатого скота // Сб. науч. тр. – Екатеринбург, 2005. – С. 23–28.
5. Гулюкин М.И., Симонян Г.А., Иванова Л.А. и др. Методические рекомендации по эпизоотологическому исследованию при лейкозе крупного рогатого скота. – М., 2001. – 26 с.
6. Джупина С.И. Методы эпизоотологического исследования и теория эпизоотического процесса. – Новосибирск: Наука, 1991. – 142 с.
7. Ильин В.П. Методические особенности применения статистических непараметрических методов в анализе медико-биологических данных // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 5 (81). – С. 157–160.

<https://doi.org/10.26898/2026-234>
УДК 504.06:537.612

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА «ТРАНСФЕР-ФАКТОР» В МОДЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС

Дерхо А.О., аспирант,

Щербаков П.Н., д-р вет. наук, проф.

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

e-mail: arina_avrora@mail.ru

Аннотация. Внутримышечная однократная доза 2,5 мл/гол. и внутрибрюшинная однократная доза 2,50 и 3,75 мл/гол. иницируют в организме лабораторных крыс нейротоксичность в виде транзиторного (временного) мышечного тремора. Параметры летальности, клинического проявления токсичности, соматического роста мышечной массы позволяют отнести препарат «Трансфер-фактор» к IV классу опасности («Вещества малоопасные»).

Ключевые слова: острая токсичность, беспородные лабораторные крысы, мониторинг

Введение. Трансфер фактор или «фактор переноса Лоуренса» обладает способностью передавать иммунную толерантность доноров реципиентам при его введении в их организм [1]. Основной механизм действия трансфер фактора связан с клеточным иммунитетом, так как контролирует миграцию лимфоцитов, выработку γ -интерферона и интерлейкина - 4, влиять на биосинтетическую активность В-лимфоцитов. По [2, 3], трансфер фактор – это один из механизмов, с помощью которого в животном организме происходит передача иммунологической памяти, усиливая иммунологические реакции реципиента. Данные биологические эффекты определяют возможность использования трансфер фактора при лечении и профилактики различных заболеваний, повышая их эффективность.

Использованию любых лекарственных средств предшествует оценка его безопасности, первым этапом которой являются доклинические испытания в модели лабораторных животных [4]. В качестве подопытных животных наиболее часто используют лабораторных грызунов, что позволяет экстраполировать полученные результаты на животных организм, включая и человека. При этом получают информацию о потенциальной опасности тестируемого вещества для здоровья животных при его использовании в течение ограниченного периода времени в дозировках, значительно превышающих терапевтические [5]. Отчет об оценке острой токсичности вещества должен включать результаты клинических и функциональных наблюдений, данные о массе тела и потреблении пищи и воды, результаты макроскопической и гистопатологической оценки, а также можно использовать гематологические и биохимические исследования биосред.

Цель работы - оценка острой токсичности препарата «Трансфер-фактор» в рамках доклинических исследований в модели лабораторных крыс.

Материалы и методы. В качестве фармакологического средства, который был использован для тестирования в остром эксперименте, использовался препарат «Трансфер-фактор» (комплексный иммунобиостимулятор, выделенный из лейкоцитов крови гипериммунизированных доноров специфическим антигеном [3, 6]. Исследования выполнены на базе Уральский НИВИ (рис. 1) в соответствии с нормативными документами [7-10].

В рамках острого эксперимента оценивалась изменчивость массы тела животных по результатам индивидуального взвешивания. Обработка эмпирических данных выполнена с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics.

Результаты исследования. Лабораторные крысы на момент проведения эксперимента были здоровы и ранее не подвергались воздействию тестируемого вещества.

Анализ данных, представленных на рис. 2, показал, что препарат «Трансфер-фактор» демонстрирует безопасный профиль в остром эксперименте.

Оценка острой токсичности препарата предусматривала контроль за массой тела животных, что обусловлено её прямой связью с состоянием здоровья, поддержание которого возможно при сохранении пищевого поведения и метаболического статуса. Результаты изменчивости массе тела лабораторных крыс представлены на рис. 3. Исходная масса тела животных до острого эксперимента колебалась в интервале 144,00-152,00 г. В ходе 14-суточного мониторинга масса тела увеличилась на 11,84-18,43%. Размеренность суточного прироста массы тела беспородных лабораторных крыс соответствовала нормативным требованиям и отражала сохранение биологического статуса животными в стандартизированных условиях вивария.

Выводы

1. Внутримышечная однократная доза 2,5 мл/гол и внутрибрюшинная однократная доза 2,50 и 3,75 мл/гол. инициируют в организме лабораторных крыс нейротоксичность в виде транзиторного (временного) мышечного тремора.

2. Параметры летальности, клинического проявления токсичности, соматического роста мышцей позволяют отнести препарат «Трансфер-фактор» к IV классу опасности (малоопасные вещества).

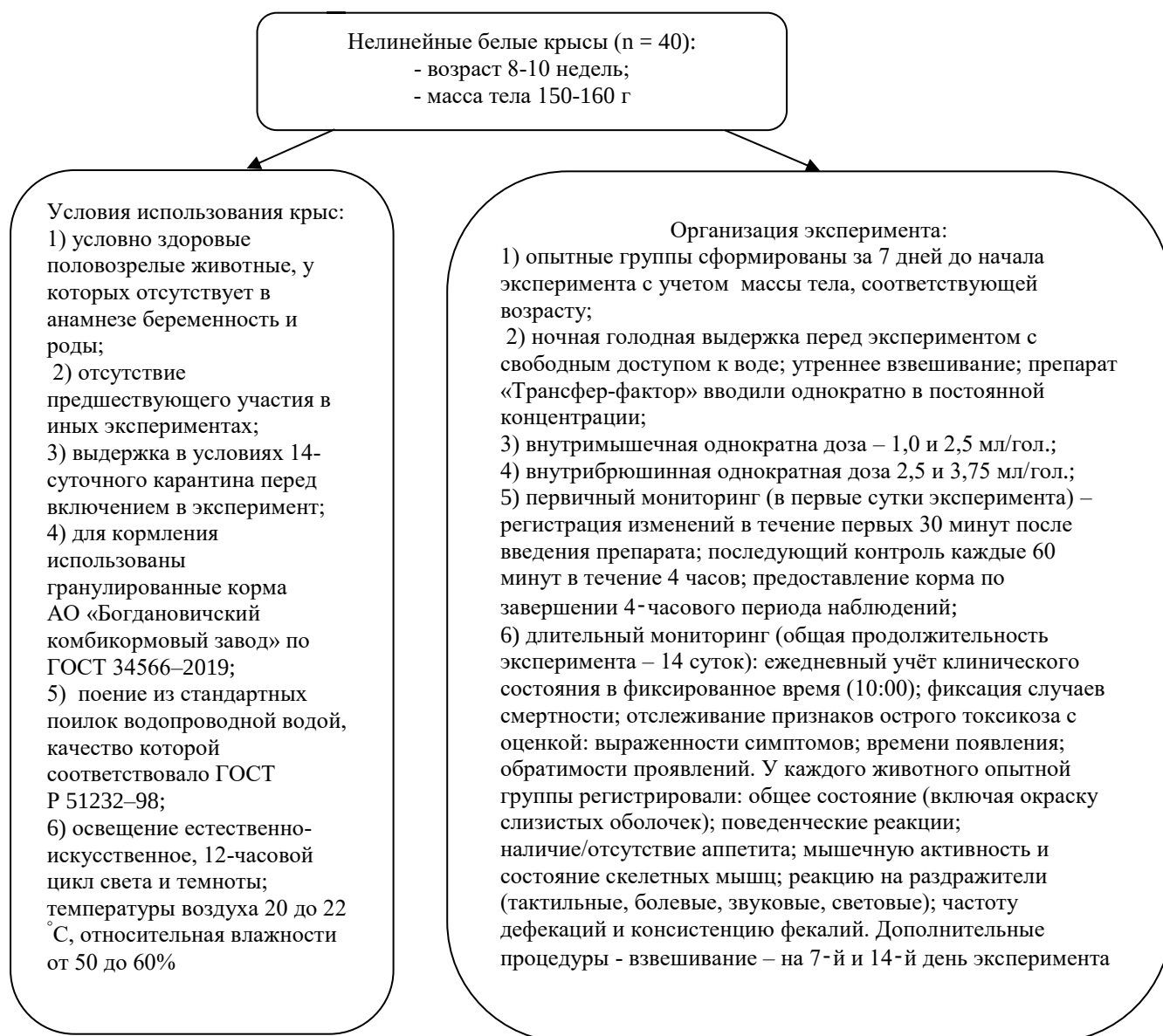


Рис. 1. Дизайн острого эксперимента

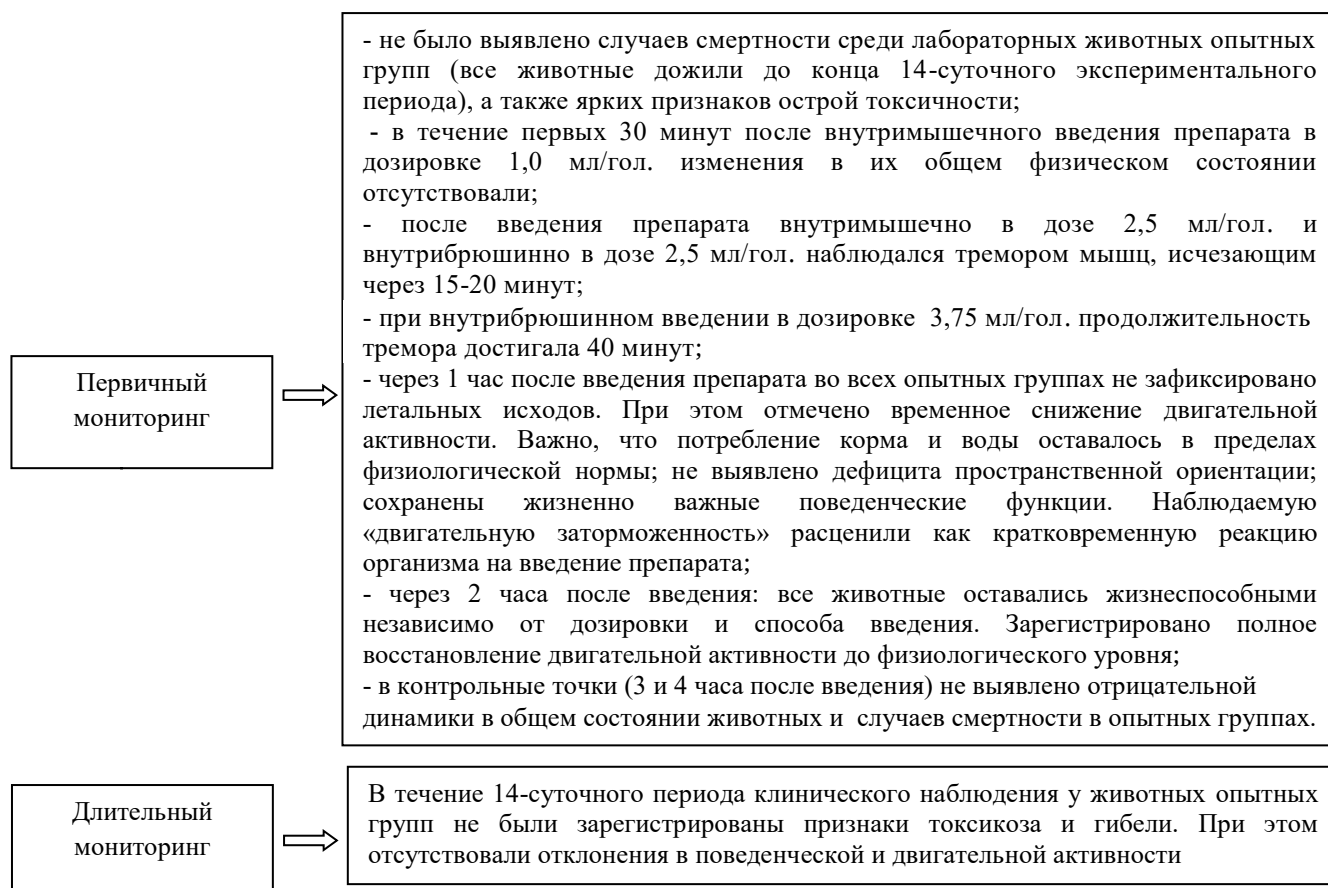


Рис. 2. Результаты мониторинга жизненно важных признаков лабораторных крыс в остром эксперименте

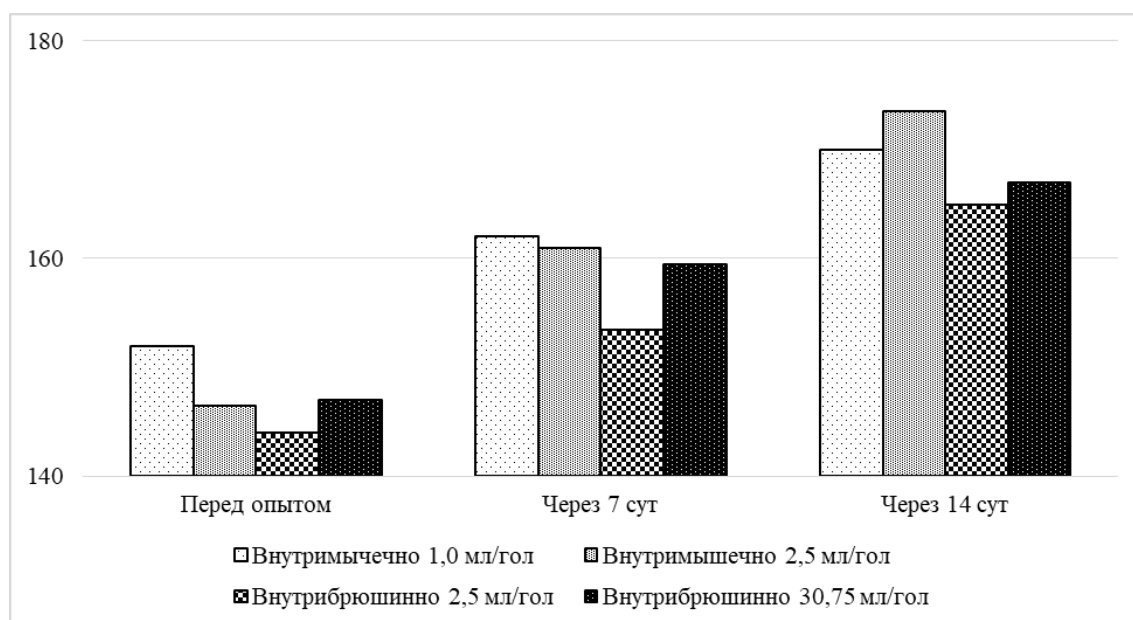


Рис. 3. Масса тела лабораторных крыс в остром эксперименте, г

Список литературы

1. Derkho M.A., Burkov P.V., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V., Ansori A.N.M. Contribution of some immunological and metabolic factors to formation of piglets' post-vaccination immunity // Theory and practice of meat processing. - 2022. - Vol. 7 (3). - P. 193–199. doi: 10.21323/2414-438X-2022-7-3-193-1992.

2. Дерхо М.А., Бурков П.В., Щербаков П.Н. Оптимизация оценки иммунного и метаболического статуса молодняка свиней в по-ствакцинальный период при помощи метода главных компонент // Цифровизация отраслей АПК: опыт, проблемы, пути решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Новосибирск, 2022. - С. 56-60.
3. Бурков П.В., Щербаков П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б. Особенности формирования поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней и его коррекции // Аграрная наука. - 2022. - № 10. - С. 32-37.
4. Дерхо М.А., Бурков П.В., Щербаков П.Н. Особенности иммунного статуса свиноматок в поствакцинальный период // Достижения науки - агропромышленному производству: приоритетные инновационные технологии в сельском хозяйстве и ветеринарии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Челябинск, 2023. - С. 175-180.
5. Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербаков П.Н. Цирковирус как фактор, контролирующий беременность // Аграрная наука. - 2023. - № 8. - С. 27-35.
6. Sarli G., Morandi F., Panarese S., Bacci B. Reproduction in porcine circovirus type 2 (PCV2) seropositive gilts inseminated with PCV2b spiked semen // Acta Vet Scand. - 2012. - Vol. 54 (1). P. 51. DOI: 10.1186/1751-0147-54-51.
7. Жукова Н.В., Костюкова Е.А., Килесса В.В., Шкадова М.Г. Основы иммунопрофилактики и развития поствакцинальных реакций // Крымский терапевтический журнал. - 2017. - № 2. - С. 36-40.
8. Колесник Е.А., Дерхо М.А. К проблеме физиологического адаптационного гомеостаза в модели организма теплокровных животных (обзор) // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. - 2020. - № 4 (12). - С. 15-30.
9. Дерхо М.А., Бурков П.В., Щербаков П.Н. Оценка информативности методов диагностики поствакцинального иммунитета у свиней // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. - Челябинск, 2022. - С. 39-45.

<https://doi.org/10.26898/2026-235>

УДК 619:616.981:42

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОНТРОЛЯ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БРУЦЕЛЛЕЗА

**Димова А.С.¹, д-р вет. наук, доцент,
Аракелян П.К.², д-р вет. наук, проф.**

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

²Научно-производственная лаборатория диагностики и профилактики бруцеллеза
Ставропольской краевой станции по борьбе с болезнями животных, Ставрополь, Россия

Аннотация. Эффективный контроль эпизоотического процесса бруцеллеза предусматривает обязательность вакцинации животных против этой болезни по принципу обеспечения перманентного группового иммунитета на всех неблагополучных и угрожаемых территориях на фоне осуществления комплекса регламентированных Ветеринарными правилами мероприятий общего и специального характера. Тревожная эпизоотическая ситуация по бруцеллезу в РФ за последние 10 лет связана с его вспышками среди неиммунного поголовья животных, прежде всего, из-за отсутствия технологичных схем вакцинации. В рамках концептуальной модели «Долгосрочной стратегии осуществления

специальных противобруцеллезных мероприятий у сельскохозяйственных животных в масштабах Российской Федерации» для мелких хозяйств (прежде всего ЛПХ и КФХ) предложена конъюнктивная иммунизация КРС и МРС агглютиногенной вакциной из штамма 19 с доказанной технологичностью и противозпизоотической эффективностью. Признано целесообразным использование в общественных хозяйствах на КРС, ранее не вакцинированном против бруцеллеза, инагглютиногенной вакцины из штамма RB-51. Принципиально важными являются официальное утверждение конъюнктивного метода иммунизации животных вакциной из штамма 19, а также проведение дополнительных контролируемых производственных опытов по оценке эффективности вакцины из штамма RB-51.

Ключевые слова: бруцеллез, эпизоотический процесс, контроль, специфическая профилактика, стратегия, эпизоотическое зонирование, вакцины из штаммов 19 и RB-51, конъюнктивная иммунизация

Эпизоотическая ситуация по бруцеллезу в нашей стране вызывает большую тревогу. Анализ показывает, что общее количество неблагополучных пунктов на начало 2025 года, по сравнению с 2015 годом, уменьшилось всего лишь на 16%: с 292 до 245 (217 – у КРС и 28 – у МРС). Однако этот показатель по ряду федеральных округов значительно выше: по Южному – в 1,8 раза, по Сибирскому – в 2 раза, а по Центральному – в 7 с лишним раз. Иными словами, надежного купирования бруцеллезной инфекции в масштабах РФ не произошло. Важно особо подчеркнуть, что в ряде регионов РФ более 90% всех вспышек бруцеллеза среди животных в последнее десятилетие возникло в личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах, где их против бруцеллеза не иммунизируют из-за отсутствия официально регламентированных технологичных схем вакцинации.

В этой связи следует возвратиться к истории, когда в 1980-е годы сибирскими учеными во главе с профессором Косиловым И.А. на основе теории саморегуляции паразитарных систем академиком-эпидемиологом Беляковым В.Д. [1] с учетом эпизоотологической специфики [2] была предложена концептуальная модель управления эпизоотическим процессом бруцеллеза [3]. В неблагополучных популяциях принципиально важным оказался перманентный иммунитет на весь период оздоровления с помощью вакцины, не препятствующей поствакцинальной диагностике и максимально обеспечивающей использование ее провоцирующих свойств (создание биологического равновесия между паразитом и хозяином). В благополучных, но угрожаемых популяциях перманентный иммунитет оказался необходим на весь период угрозы возможной эндо- или экзоинфекции. Диагностика же должна быть направлена на контроль за эпизоотическим состоянием популяции.

Внедрение разработанных на основе этой концептуальной модели оптимальных систем противобруцеллезных мероприятий у крупного и мелкого рогатого скота с рациональным использованием вакцин из штаммов 19 и 82, поствакцинальной диагностики, а также комплекса общих мероприятий позволило во многих регионах страны купировать бруцеллезную инфекцию [3, 4].

Однако в 1990-е и последующие годы на фоне реструктуризации животноводства стихийно, без учета эпизоотического статуса по бруцеллезу возникли многочисленные мелкие хозяйства, в том числе частные. В ряде регионов иммунизацию животных против бруцеллеза прекратили или стали проводить бессистемно. Частное поголовье оказалось вообще не иммунным из-за отсутствия приемлемых для них схем иммунизации. На не иммунизированном поголовье стали возникать острые вспышки бруцеллеза в связи с заносом возбудителя болезни извне.

Эффективное оздоровление животноводческих хозяйств от бруцеллеза без рационального использования средств его специфической профилактики стало практически невозможным [5].

Кроме того, отдельно следует обратить внимание на недостаточную практическую реализацию отдельных положений действующих Ветеринарных правил по бруцеллезу, снижающей эффективность проводимых противобруцеллезных мероприятий.

В этой связи бруцеллезная инфекция, при которой существуют средства специфической профилактики, и она относится, по классификации, предложенной В.Д. Беляковым, к управляемым, превратилась по сути дела в неуправляемую. Возникла острая необходимость в разработке оптимальной системы контроля эпизоотического процесса бруцеллеза, в которой одинаково важны два ее элемента: управление им по принципу создания и длительного поддержания на территориальном и популяционном уровнях биологического равновесия в отношениях между восприимчивыми животными и возбудителем; эпизоотологический мониторинг, предусматривающий объективное динамическое слежение за эпизоотической ситуацией, в том числе с использованием эффективных дифференциально-диагностических средств и методов [6].

Эпизоотологическая логика предполагает обязательность использования вакцинации животных против бруцеллеза по принципу обеспечения перманентного группового иммунитета в следующих условиях: реальное неблагополучие по указанной болезни; ситуации, когда официальных оснований считать те или иные стада (отары) неблагополучными по бруцеллезу нет, но полных гарантий отсутствия в них возбудителя дать нельзя; ситуации, когда на территориях, свободных от бруцеллеза, в тех или иных стадах (отарах) существуют внешние эпизоотические угрозы за счет заноса возбудителя извне.

Именно с учетом этой эпизоотологической логики разработана концептуальная модель «Долгосрочной стратегии осуществления специальных противобруцеллезных мероприятий у сельскохозяйственных животных в масштабах Российской Федерации», учитывающая все принципиальные концептуальные положения, а также современные реалии.

Эпизоотическое зонирование территории РФ предполагает все ее субъекты на основе систематизации и анализа развернутой информации, характеризующей эпизоотическую ситуацию по бруцеллезу за последние 5 лет, разделить на три категории: благополучные; с не выясненной до конца эпизоотической ситуацией; с официальной регистрацией в указанный период неблагополучия по бруцеллезу. Внутри каждого субъекта важна дифференциация его административных районов по такому же принципу. Тогда по каждому административному району, с учетом необходимых дополнительных обследований, будет ясно, какого он статуса: благополучный, неблагополучный или угрожаемый.

В мелких хозяйствах (прежде всего в личных подсобных и крестьянско-фермерских), где животные всех половозрастных групп содержатся практически вместе и их против бруцеллеза не вакцинируют, все поголовье КРС и МРС целесообразно иммунизировать вакциной из стабильного агглютиногенного штамма 19 в уменьшенной в 10 раз дозе (по сравнению с подкожной) конъюнктивально с интервалом не более 12 мес. Формируется продолжительный иммунитет и обеспечивается беспрепятственная ранняя поствакцинальная диагностика, выявляющая спровоцированных бруцеллоносителей [7, 8].

В общественных хозяйствах, где КРС иммунизируют вакциной из штамма 82, а его поголовье однородно в половозрастном и иммунном отношении, есть возможность по ситуации продолжать использование вакцины из штамма 82. При поствакцинальном реагировании эффективен дифференциально-диагностический комплекс, в котором ведущую роль, в сочетании с эпизоотологическим и бактериологическим методами, занимает серологический (РА и РСК с S-антигеном, РИД с О-ПС антигеном, РСК с R-антигеном) [9, 10].

В общественных хозяйствах, где КРС против бруцеллеза не иммунизируют, а необходимость его вакцинации против бруцеллеза либо с профилактической, либо с вынужденной целью очевидна, следует обратить внимание на выпускаемую Щелковским

биокомбинатом живую вакцину из инактуированного штамма *B. abortus* RB-51. Однако в целях отработки оптимальной схемы ее практического использования необходимы ограниченные производственные опыты.

В общественных хозяйствах, где специфическая профилактика бруцеллеза МРС осуществляется с использованием вакцины из штамма 19 (подкожно), а контролировать их благополучие с помощью серологической диагностики на основе РА и РСК невозможно, в целях объективного обоснования возможности отказа от вакцинации в дифференциально-диагностических целях существует возможность применять разработанную нами схему, предусматривающую использование РИД с О-ПС антигенами, изготовленными из бруцелл видов *melitensis* и *abortus* (О-ПС М- и А-антигенами соответственно). Положительная РИД только с О-ПС М-антигеном у животных в той или иной отаре свидетельствует об ее эпизоотически опасном статусе.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что необходимость долгосрочной стратегии осуществления специальных противобруцеллезных мероприятий в масштабах РФ очевидна. Для разработки ее окончательного варианта принципиально важно ускорить официальное утверждение, прежде всего, конъюнктивального метода иммунизации животных вакциной из штамма 19, а также проведение дополнительных контролируемых производственных опытов по оценке эффективности, указанных в концептуальной модели стратегии вариантов схем специфической профилактики и диагностики.

Список литературы

1. Беляков В.Д., Яфаев Р.Х. Эпидемиология. – М.: Медицина, 1989. – 416 с.
2. Димов С.К. Эпизоотический процесс и противоэпизоотическая система // Актуальные проблемы ветеринарной медицины в России: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1998. – С. 290-296.
3. Димов С.К. Теория и практика управления эпизоотическим процессом бруцеллеза: дис. ... д-ра вет. наук. – Новосибирск, 1993. – 330 с.
4. Косилов И.А. Роль специфической профилактики в системе противобруцеллезных мероприятий // Эпизоотология и меры борьбы с инфекционными болезнями животных: сб. науч. тр. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, 1985. – С. 30-34.
5. Аракелян П.К., Трегубов А.Н., Руденко А.В., Вергун А.А., Ильин Е.Н., Христенко Н.В., Димова А.С., Димов С.К. Анализ эффективности борьбы с бруцеллезом крупного рогатого скота без вакцинации // Ветеринария. – 2019. – № 5. – С. 9-12.
6. Аракелян П.К., Трегубов А.Н., Вергун А.А., Руденко А.В., Димова А.С., Димов С.К., Янченко Т.А. Бруцеллез сельскохозяйственных животных: почему научно-управляемая инфекция может быть практически неуправляемой (научно-аналитический обзор) // Вестник ветеринарии. – 2020. – № 4 (95). – С. 51-58.
7. Аракелян П.К., Янченко Т.А., Разницына Г.В., Трегубов А.Н., Руденко А.В., Христенко Н.В., Димова А.С. Поиск рациональных схем специфической профилактики бруцеллеза крупного рогатого скота // Ветеринария. – 2016. – № 10. – С. 14-18.
8. Аракелян П.К., Димов С.К., Димова А.С. др. Конъюнктивальная иммунизация мелкого рогатого скота живой вакциной из штамма *B. abortus* 19 // Ветеринария. – 2015. – № 3. – С. 17-21.
9. Аракелян П.К., Разницына Г.В., Янченко Т.А. и др. Диагностическая ценность РИД с разными О-ПС антигенами при бруцеллезе крупного рогатого скота // Ветеринария. – 2016. – № 7. – С. 25-29.
10. Аракелян П.К., Димов С.К., Димова А.С. и др. Роль R-антигенов в дифференциальной поствакцинальной диагностике бруцеллеза крупного рогатого

скота, иммунизированного живыми слабоагглютиногенными вакцинами // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – С. 63-66.

<https://doi.org/10.26898/2026-236>
УДК 619:579.82

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ТЕЛЯТНИКА

Дудолодова Т.С., канд. биол. наук,

Аржаков П.В., канд. биол. наук

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

e-mail: omdez@yandex.ru

Аннотация. В результате проведенных исследований по изучению микробной контаминации кормов и помещения для содержания крупного рогатого скота установлено, что микробиота, выделенная из различных участков помещения для содержания телят представлена микроорганизмами, относящимися к семействам Enterobacteriaceae: *E. coli* и *K. ozaenae*, Hafniaceae: *H. alvei*, Bacillaceae: *B. cereus*, Staphylococcaceae: *S. capitis* и *S. simulans*. Наиболее высокий уровень микробной контаминации отмечался в пробах, взятых с различных участков пола, стен на уровне 30 см от пола и ограждения боксов, низкий уровень микробной контаминации был в пробах, взятых: с окон, стен на уровне 100 см от пола и металлической двери при входе. Из кормов растительного происхождения микробной контаминации были подвержены сенаж и комбинированный корм, в пробах которых были выделены представители семейства Bacillaceae и микроскопические грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Cladosporium*.

Ключевые слова: микрофлора производственной среды телятника, контаминация кормов

Введение. Современное агропромышленное производство характеризуется большой концентрацией поголовья крупного рогатого скота на специализированных комплексах. Модернизация животноводства, перевод его на промышленную основу предполагает обновление всех технологических процессов. При таких интенсивных условиях ведения сельского хозяйства происходит аккумуляция биологических агентов на различных производственных объектах животноводческих предприятий. Это влечет за собой возникновение массовых дисбиозов у животных и, как следствие, рост числа инфекционных заболеваний [1, 2].

Производственные объекты животноводческих комплексов являются резервуаром микроорганизмов различных семейств и родов, среди которых есть как условно-патогенные, так и патогенные представители [3].

Важное значение для безопасности сельскохозяйственных животных и человека, потребителя сельскохозяйственной продукции, является биологическая безопасность кормов. Контаминация кормов микроорганизмами, несет реальную угрозу здоровью животных и человеку. При поражении кормов различной микрофлорой существует высокий риск накопления токсинов биологического происхождения, что приводит к возникновению пищевых токсикоинфекций [4, 5].

Таким образом, постоянный мониторинг состава микробиоценозов производственной среды животноводческих помещений и кормов различных видов позволяет осуществлять разработку эффективных алгоритмов ветеринарно-санитарных и зоогигиенических мероприятий [6].

Материалы и методы. Исследования производили в одном из животноводческих хозяйств Омской области, которое специализируется на разведение крупного рогатого скота. Для бактериологического исследования производственной среды было выбрано помещение для содержания телят (телята до 6 месяцев), пробы отбирали с 6 участков по 5 проб с каждого: пол в проходе (бетон); стены (металлический профиль) 30 см от пола; стены (металлический профиль) 100 см от пола; окна (пластик); ограждения (металл); дверь при входе (внутренняя поверхность, металл). Всего отобрано 30 проб.

Для бактериологического исследования кормов было отобрано 15 проб различных растительных кормов. Из них 5 проб сенажа, 5 проб силоса и 5 проб комбинированного корма. Опыты проводили согласно МР 4.2.0220-20 [7] и ГОСТ ISO 7218-2015 [8]. Идентификацию бактериальной микрофлоры осуществляли при помощи биохимических мультимикротестов: ММТ Е24 и ММТ С соответственно, микроорганизмы семейства *Bacillaceae* идентифицировали с помощью селективной питательной среды Донована, идентификацию микроскопических грибов проводили тест-пластинами «БИОКОНТРОЛЬ».

Результаты исследований. В результате бактериологических исследований проб взятых с различных участков и поверхностей помещения для содержания телят, наиболее высокий уровень микробной контаминации отмечался в пробах, взятых с различных участков пола, стен на уровне 30 см от пола и ограждения боксов и представлен следующими микроорганизмами: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Hafnia alvei* (*H. alvei*), *Klebsiella ozaenae* (*K. ozaenae*) и *Bacillus cereus* (*B. cereus*) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты бактериологического исследования проб, взятых с различных участков и поверхностей помещения для содержания телят (до 6 месяцев)

Микроорганизмы	Участок, поверхность					
	Пол в проходе (бетон)	Стены 30 см от пола	Стены 100 см от пола	Окна	Ограждения боксов	Дверь при входе
Микроорганизмы семейства Enterobacteriaceae						
<i>E. coli</i>	+	+	-	-	-	-
<i>K. ozaenae</i>	-	+	-	-	+	-
Микроорганизмы семейства Hafniaceae						
<i>H. alvei</i>	+	-	-	-	-	-
Микрофлора семейства Bacillaceae						
<i>B. cereus</i>	-	+	-	-	+	-
Микроорганизмы семейства Staphylococcaceae						
<i>S. capitis</i>	-	-	+	+	-	+
<i>S. simulans</i>	-	-	+	-	-	-

Примечание. (+) – результат положительный (рост культур в пробах); (-) – результат отрицательный (нет роста культур).

Низкий уровень микробной контаминации был в пробах, взятых: с окон, стен на уровне 100 см от пола и металлической двери при входе и представлен микроорганизмами *Staphylococcus capitis* и *Staphylococcus simulans*.

Из 3 видов кормов растительного происхождения наиболее сильно был контаминирован сенаж, во всех пробах которого идентифицировали следующие микроорганизмы: *B. cereus* (споровая форма), микроскопические грибы родов: *Penicillium*, *Aspergillus* и *Cladosporium* (табл. 2).

Пробы, взятые из комбинированного корма, были контаминированы споровой формой *B. cereus* и микроскопическим грибом рода *Penicillium*. В силосованном корме споровых бактерий и микроскопических грибов не обнаружено.

Таблица 2

Результаты бактериологического исследования кормов растительного происхождения

Микроорганизмы	Виды кормов		
	Силосованный корм	Сенаж	Комбинированный корм
Микрофлора семейства Bacillaceae			
<i>B. cereus</i>	-	+	+
Микроскопические грибы			
Род <i>Penicillium</i>	-	+	+
Род <i>Aspergillus</i>	-	+	-
Род <i>Cladosporium</i>	-	+	-

Примечание. (+) – результат положительный (рост культур в пробах); (-) – результат отрицательный (нет роста культур).

Заключение. Микробиота, выделенная из различных участков помещения для содержания телят, представлена микроорганизмами, относящимися к семействам Enterobacteriaceae: *E. coli* и *K. ozaenae*, Hafniaceae: *H. alvei*, Bacillaceae: *B. cereus*, Staphylococcaceae: *S. capitis* и *S. simulans*. Наиболее высокий уровень микробной контаминации отмечался в пробах, взятых с различных участков пола, стен на уровне 30 см от пола и ограждения боксов, низкий уровень микробной контаминации был в пробах, взятых: с окон, стен на уровне 100 см от пола и металлической двери при входе. Из кормов растительного происхождения микробной контаминации были подвержены сенаж и комбинированный корм, в пробах которых были выделены представители семейства Bacillaceae и микроскопические грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Cladosporium*.

Список литературы

1. Кривенок Л.Л. Изучение микробной обсемененности в помещениях для содержания крупного рогатого скота // Экология и животный мир. – 2024. – № 2. – С. 38-43.
2. Власенко В.С., Денгис Н.А., Борисов Е.С. Эпизоотическая ситуация по туберкулезу крупного рогатого скота в Омской области // Вестник КрасГАУ. - 2024 - № 3 (204). - С. 108-114.
3. Глазунова Л.А., Плотников И.В., Глазунов Ю.В. Особенности микробиоценозов скотоводческих помещений Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 227-230.
4. Новикова Н.Н. Сравнительная оценка качественных показателей силоса с биоконсервантом // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. материалов XX Междунар. (заоч.) науч.-практ. конф. - Барнаул, 2025. - С. 48-49.
5. Соляник Т.В., Гласкович М.А. Микробиология. Микробиология кормов животного и растительного происхождения: курс лекций. - Горки: БГСХА, 2014. - 76 с.
6. Антоневский И.В., Плешакова В.И. Структурно-функциональные особенности бактериальных биопленок у сельскохозяйственных животных и объектов животноводческой инфраструктуры // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(49). – С. 74-83.
7. МР 4.2.0220-20. Методы санитарно-бактериологического исследования микробной обсемененности объектов внешней среды: утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 4 декабря 2020 г.
8. ГОСТ ISO 7218-2015. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. - М.: Стандартинформ, 2016. - 76 с.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ РЕТИКУЛОПЕРИТОНИТА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Дьячкова К.С., студент,
Желнакова С.С., студент,
Самсоненко Л.А., студент**

Научный руководитель – Шмаренкова Ю.С., ст. преподаватель
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева
(Калужский филиал), Калуга, Россия
e-mail: kris_dyachkova_2020@mail.ru

Аннотация. Травматический ретикулоперитонит остается одним из наиболее распространенных и экономически значимых заболеваний органов пищеварения у КРС, ведущим к снижению продуктивности, преждевременной выбраковке животных и существенным убыткам в животноводстве. Традиционные методы диагностики зачастую недостаточно эффективны на ранних стадиях, что обуславливает необходимость внедрения современных подходов.

Ключевые слова: КРС, травматический ретикулоперитонит, диагностика, руменотомия, консервативное лечение, профилактика

Ретикулоперитонит КРС – это острый или хронический локальный фибринозный перитонит, развивающийся вследствие перфорации стенки сетки (ретикулума) инородным телом с последующим распространением инфекции на висцеральную и париетальную брюшину. Данная патология является закономерным осложнением травматического ретикулита и представляет собой тяжелое хирургическое заболевание, приводящее к значительным экономическим потерям в животноводстве из-за снижения продуктивности, затрат на лечение, гибели высокопродуктивных животных или их вынужденной выбраковки [1].

Первичной причиной ретикулоперитонита является травматический ретикулит, обусловленный заглатыванием инородных тел металлической природы. Основные этиологические агенты - обрезки проволоки, гвозди, шурупы, металлические обломки, острые предметы из сплавов. Источники попадания загрязненные корма (сено, солома, силос при заготовке и раздаче), несанкционированные свалки на пастбищах, нарушения технологической дисциплины на фермах. Предрасполагающие факторы, это отсутствие магнитных сепараторов в системе приготовления кормов, неполноценное минеральное питание (лизуха), провоцирующее извращенный аппетит, анатомо-физиологические особенности КРС (малое расстояние между сеткой и диафрагмой, отсутствие рвотного рефлекса, неразборчивость при захвате корма языком). Острый разлитой ретикулоперитонит - прогноз осторожный до неблагоприятного, высок риск летального исхода от сепсиса. Хронический ограниченный ретикулоперитонит - при адекватном лечении – прогноз благоприятный. Часто формируются спайки, возможны рецидивы. Ретикулоперитонит, осложненный перикардитом - прогноз практически всегда неблагоприятный, лечение экономически нецелесообразно.

Патогенез ретикулоперитонита представляет собой стадийный процесс:

1. Под влиянием моторики преджелудков, гравитации (особенно в момент лежания животного) и отрицательного внутригрудного давления острый металлический предмет внедряется в слизистую и мышечную оболочки сетки.

2. Инородное тело проникает через все слои стенки органа. В результате формируется прямой канал между просветом сетки, содержащим полимикробную среду, и брюшной полостью.

3. Через перфорационный канал происходит инокуляция микрофлоры в ограниченное пространство между сеткой, диафрагмой и прилегающими органами. Развивается воспалительная реакция брюшины с экссудацией фибрина, формированием плотных фибринозных спаек, которые часто ограничивают воспалительный очаг, создавая ограниченный ретикулоперитонит.

4. Возможные исходы и осложнения - инкапсуляция и хронизация: формирование соединительнотканной капсулы вокруг инородного тела и очага воспаления. Прогрессирование - развитие разлитого гнойного перитонита при высокой вирулентности микрофлоры или недостаточности спаечного процесса. Миграция инородного тела с поражением смежных органов: Развитие травматического ретикулоперикардита (при краниодорсальной миграции), абсцессов печени, селезенки, поражения диафрагмы и легких.

Клиническая картина складывается из симптомов травматического ретикулита и присоединившегося локального перитонита. Общие симптомы - резкое снижение аппетита и продуктивности, атония преджелудков, исчезновение жвачки, снижение количества каловых масс. Характерна лихорадка постоянного или ремитирующего типа (до 40,5–41,5 °С). Болевой синдром - животное проявляет признаки абдоминальной боли: стон, скрежет зубами (бруксизм), выгибание спины, осторожные движения. Положительная проба с надавливанием на грудную кость (рефлекс Бергмана) – животное стонет, пытается опустить переднюю часть тела. Лабораторная диагностика в общем клиническом анализе крови.

В диагностику данного заболевания входит анамнез и общий клинический осмотр - оценка поведения, позы, аппетита, жвачки, продуктивности. Визуализация - рентгенография - для поиска и определения точного положения металлического инородного тела, исключения его миграции в грудную полость. Ультразвуковое исследование - для оценки состояния стенки сетки, выявления абсцессов, фибрина, выпота в брюшной полости, то есть прямых признаков перитонита. Лабораторное подтверждение - анализ крови для выявления степени воспалительного процесса. Диагностическая ретикулотомия (оперативная) - в сомнительных хронических случаях может являться завершающим диагностическим и одновременно лечебным мероприятием.

Лечение ретикулоперитонита является комплексным и включает консервативные и радикальные методы. Выбор тактики зависит от тяжести состояния животного, давности процесса, наличия осложнений и экономической целесообразности. С помощью магнитного зонда или перорального введения магнитной ловушки (болюса). Это первый и обязательный этап, если нет уверенности в глубокой фиксации предмета. Массивная антимикробная терапия направлена на подавление полимикробной (аэробной и анаэробной) флоры. Применяют в течение 7-14 дней парентеральных препаратов, часто в комбинациях. Антибиотики широкого спектра, НПВС, антигистаминные препараты и инфузионная терапия для профилактики обезвоживания. Для стимуляции моторики ЖКТ и обмена веществ применяют прокинетики, витаминотерапию [2].

Хирургическое лечение является радикальным и наиболее эффективным методом при остром ретикулоперитоните, наличии фиксированного инородного тела и угрозе развития перикардита. Этапы операции:

1. Премедикация и наркоз. Чаще – нейролептаналгезия в сочетании с местной инфильтрационной анестезией или паралюмбальной блокадой.

2. Классический доступ – по левой голодной ямке вертикальный разрез параллельно последнему ребру. Послойное рассечение тканей. Вскрытие рубца и ретикулума. Наложение швов-держалок на стенку рубца, вскрытие его просвета, эвакуация части содержимого. Рукой, введенной в рубец, находят и выводят в рану сетку. Ретикулотомия проводится строго по сагиттальной линии. Рукой тщательно обследуют стенку сетки, находят и осторожно

извлекают инородное тело. Проводят ревизию прилегающих областей на предмет абсцессов. При наличии абсцесса в брюшной полости его вскрывают, промывают антисептиками (фурацилин, хлоргексидин). Стенку сетки ушивают двухэтажным швом узловатым непрерывным. Рубец ушивают трехэтажным швом, первый – непрерывный обвивной на слизистую, второй – Ламбера на мышечную оболочку, третий – на кожу.

Профилактика: оборудование кормоприготовительных цехов магнитными сепараторами; регулярная (1-2 раза в год) проверка поголовья с помощью металлоискателя и введение магнитных болюсов всем животным; сбалансированность рациона по макро- и микроэлементам, профилактика минерального голода; контроль качества заготавливаемых кормов, исключение использования упаковочных материалов (провода) в зоне доступа КРС; расчистка пастбищ от металлолома [3].

Список литературы

1. Самохин В.Т. Ретикулоперитонит // Большая российская энциклопедия. - 2015.
2. Кудряшов И.Р. Лечение травматического ретикулоперитонита в условиях хозяйства // Материалы II Международной студенческой научной конференции. - 2018.
3. Афанасьева Е.М., Мархлевская Ю.В. Профилактика травматического ретикулита и ретикулоперитонита // Успехи современного естествознания. – 201. - № 8. - С. 63–64.

<https://doi.org/10.26898/2026-238>
УДК 619:616.381-002-022.6-07:636.8

ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИОННОГО ПЕРИТОНИТА КОШЕК НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Епанчинцева О.В., канд. биол. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия
e-mail: epanchintseva.o@mail.ru

Аннотация. В условиях ветеринарных клиник ежегодно выявляют 10,7-10,8 % больных инфекционным перитонитом кошек. Установлено практическое значение диагностических методов – клинического, биохимического, ИХА, ПЦР, УЗИ – из 57 обследованных нами кошек у 18 (31,6 %) диагностировали вирусный перитонит.

Ключевые слова: кошки, вирусный перитонит, диагностика, симптомы

Введение. Инфекционный перитонит у кошек разных пород и возрастов регистрируют во многих регионах нашей страны и за рубежом [1, 2]. Точная и своевременная диагностика инфекционных болезней способствуют повышению эффективности лечения, снижению гибели животных [3-6]. Известно, что до 94 % кошек являются носителями вируса инфекционного перитонита, входящего в семейство Coronaviridae [7]. При этом не у всех вирусоносителей развивается инфекционный перитонит. В связи с вышеизложенным актуальным является вопрос диагностики болезни.

Цель работы – установить эффективность клинических и лабораторных методов диагностики инфекционного перитонита кошек (ИПК).

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в условиях ветеринарных клиник Кургана. Диагностику вирусного инфекционного перитонита (FIP) начинали с общего клинического исследования кошек путём осмотра, пальпации, перкуссии, аускультации, термометрии, тонометрии, измерении частоты дыхательных движений (ЧДД). Далее проводили общий и биохимический анализ крови. Пробы пораженных тканей, взятых

путём биопсии, исследовали ПЦР, осуществляли экспресс-тест ИХА на наличие антител к инфекционному перитониту кошек и УЗИ. Больных животных доставляли из приютов или приносили владельцы кошек.

Результаты и их обсуждение. Согласно данным регистрационных журналов ветеринарных клиник за последние три года за помощью своим питомцам обращались владельцы собак (54,3 %), кошек (41,2 %), других видов непродуктивных животных (4,5 %). При этом число больных кошек в анализируемый период возрастало по годам в среднем на 7,6 %. Диагностировали как инфекционные, так и незаразные болезни. Заболевания незаразной этиологии регистрировали в 72,2 % случаев, инфекционной природы – в 27,8 %. Количество инфицированных собак в 2025 году увеличилось на 70 (5,1 %), кошек – на 303 (25,4 %) случая. Вирусный перитонит кошек установили в 3 % случаев из общего числа обращений в ветеринарную клинику, по заразной патологии на долю инфекционного перитонита кошек ежегодно приходилось 10,7-10,8 % случаев.

Всего обследовали 57 кошек с подозрением на инфекционный перитонит.

Учитывая данные анамнеза, установили общие факторы, способствующие заражению или подтверждающие заболевание:

- 1) контакт с больными или заражёнными животными (инфицированные кошки содержались в приютах большими группами, а домашние кошки имели свободный бесконтрольный доступ на улицу);
- 2) отсутствие аппетита, вялость, потеря веса;
- 3) неприятный запах, истечения из глаз, носа, слюноотделение, затрудненное дыхание животного, отеки, увеличение живота, диарею и др.

В результате клинического осмотра выявили симптомы вирусной инфекции: увеличение, болезненность лимфоузлов, отказ от корма, вялость, истощение, истечения из глаз, носа. У отдельных кошек наблюдали слюноотделение, желтушность слизистых, асцит, затрудненное дыхание, отеки конечностей, поражение глаз, лихорадку, диарею. У одной кошки – увеит (поражение глаз), у двух котов – кровоизлияния.

Температура тела у больных кошек варьировала от 37,6 до 40,2 °С, частота дыхательных движений 21-47, частота сердечных сокращений 114-180 ударов в минуту, артериальное давление от 60/40 до 174/99 мм ртутного столба.

При рентгенологическом исследовании у одной кошки установили выпот в брюшной полости около 35 %.

Общий анализ крови показал снижение гемоглобина до 78 г/л, повышение лейкоцитов до $18,4 \times 10^9/\text{л}$ и нейтрофилов – до 85 %, повышение моноцитов до 6 %, снижение лимфоцитов до 8 %. Клинически у кошек проявлялись анемия, отсутствие ретикулоцитоза, лимфопения. Биохимическим исследованием крови кошек установили гиперпротеинемию, гипоальбуминемию, гиперглобулинемию, превышение АСТ на две Ед/л. На аналогичные изменения в крови кошек указывают и другие авторы [8, 9].

Тест ИХА на обнаружение антител к ИПК провели у 37 больных животных, из них один оказался ложноположительным и четыре – ложноотрицательными. По результатам ИХА теста у одной кошки обнаружено выраженное цитоплазматическое окрашивание макрофагов на антиген коронавируса (FCoV) в образцах брыжеечных лимфоузлов и печени. Результат подтверждает диагноз FIP.

По результатам ПЦР при исследовании увеличенной лимфоидной ткани и выпотной жидкости удалось дифференцировать сухую и влажную форму вирусного перитонита кошек, а также исключить другие вирусные инфекции, в частности вирусную лейкемию.

При ультразвуковом исследовании больных кошек регистрировали увеличение печени, лимфатических узлов, коркового слоя почек, утолщение стенок кишечника, установлены гипоехогенные очаги – гранулёмы и др. Обнаружены фибриновые наложения на серозных оболочках (гиперэхогенные нити), расширение воротной вены (при портальной гипертензии).

На основании результатов клинических и лабораторных исследований диагностировали у 18 (31,6 %) кошек вирусный перитонит.

Заключение. Таким образом, вирусный перитонит кошек диагностировали у 31,6 % обследованных нами животных с характерными признаками болезни. На основании полученных результатов исследований рекомендуем диагностику ИПК проводить комплексно, используя общие клинические и специальные лабораторные методы, позволяющие определить наличие специфических антител (ИХА), идентифицировать возбудитель болезни (ПЦР), выявить патологические изменения в органах и тканях больного животного (УЗИ).

Список литературы

1. Абдокова А.А. Распространённость инфекционного перитонита у кошек различных пород // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 99-5. – С. 186-188. DOI: 10.18411/trnio-07-2023-296.
2. Масимов Н.А., Сидорчук А.А., Пашник Т.И. Ретроспективный анализ распространения и клинико-лабораторные исследования инфекционного перитонита кошек // Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 21–23 марта 2018 г. – Саратов, 2018. – С. 283-284.
3. Черненко В.В., Хотмирова О.В., Черненко Ю.Н. Методы диагностики и лечения мастита у коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 40-43.
4. Ермак М.М., Симонов Ю.И. Дифференциальная диагностика опухолей и воспалений ЖКТ у собак и кошек // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: материалы XXXIV науч.-практ. конф. студентов и аспирантов. – Брянск, 2018. – С. 132-141.
5. Епанчинцева О.В. Бактериологическая диагностика и дифференциация микрофлоры при эндометритах у коров // Аграрное образование и наука - в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Любимова А.И. - Ижевск, 2020. – Т. 1. - С. 279-282.
6. Епанчинцева О.В., Мисбах Л.В. Значение лабораторных исследований в диагностике пастереллеза свиней // Проблемы современной аграрной науки: материалы Междунар. науч. конф., Красноярск, 15 окт. 2020 г. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 126-128.
7. Паюхина М.А., Жиленкова Е.М. Инфекционный перитонит кошек: причины и признаки // Актуальные разработки и научный потенциал в борьбе с болезнями животных: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. Е.И. Будкина, Курск, 8 февр. 2024 г. – Курск, 2024. – С. 167-171.
8. Козлов С.В., Машурик С.А. Изменения биохимических показателей крови у кошек с выпотной формой инфекционного перитонита на фоне противовирусного лечения // Проблемы современной науки и инновации. – 2025. – № 4. – С. 25-29.
9. Попова О.В., Скогорева А.М., Гридунова А.А. Гематологический и биохимический статус кошек при инфекционном перитоните // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 16 дек. 2021 г. – Воронеж, 2021. – Ч. 2. - С. 326-328.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОНГИЛИДОЗОВ ЛОШАДЕЙ

Ефремова Е.А., канд. вет. наук, доцент
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: alfa_parazit@mail.ru

Аннотация. Целью исследований явилось определение особенностей прижизненной диагностики стронгилидозов лошадей. Работа выполнена с привлечением общепринятых в паразитологии методов. Установлено, что лярвоскопический метод позволяет на основе морфометрических характеристик инвазионных личинок стронгилид осуществить диагностику возбудителей до рода, а в некоторых случаях до вида. Ключевым дифференциальным признаком между подсемействами Strongylinae и Cyathostominae является соотношение длины хвостового чехлика к длине тела, которое у циагостомин в среднем составляет 1:1.5, а у крупных стронгилин – 1:2 и выше. Для сложно идентифицируемых групп личинок с одинаковым строением кишечника доказана необходимость комплексного морфометрического подхода. Эффективная видовая и родовая дифференциация достигается при одновременной оценке следующих параметров: соотношение хвостового чехлика и тела, общая длина и максимальная ширина тела личинки, количество, форма и пространственная организация кишечных клеток. Проведенное исследование также позволило получить новые данные о морфометрических характеристиках инвазионных личинок (L3) стронгилид лошадей в условиях Западной Сибири, что восполняет существующий региональный информационный дефицит.

Ключевые слова: стронгилиды, лошади, диагностика, морфометрические особенности, инвазионные личинки

Стронгилидозы лошадей представляют собой группу хронических гельминтозов, обусловленных паразитированием нематод семейства Strongylidae, преимущественно подсемейств Strongylinae и Cyathostominae. Данные паразиты формируют доминирующий компонент гельминтофауны желудочно-кишечного тракта лошадей. Широкое распространение их возбудителей и высокая инвазированность животных обуславливает развитие полиорганных патологий с полиморфной клинической картиной и снижением продуктивности.

По современным данным, мировая фауна стронгилид, паразитирующих у эквид, насчитывает 64 вида [1]. Их доля в структуре сообществ гастроинтестинальных нематод значительно превышает гельминтов иных таксономических групп.

В этой связи лярвоскопический метод, позволяющий прижизненно идентифицировать нематод до рода или вида по морфологии инвазионных личинок (L3), остается актуальным инструментом для изучения особенностей инвазионного процесса и осуществления мониторинга эпизоотической ситуации по стронгилидозам лошадей. Однако, несмотря на интерес к морфометрии личинок стронгилид в мире, подобные исследования для популяций паразитов Западной Сибири ранее не проводились, а данные о диагностически значимых признаках личинок остаются фрагментарными.

Целью настоящего исследования явилось изучение морфометрических особенностей инвазионных личинок (L3) стронгилид лошадей Западной Сибири и определение на их основе перспективных диагностических критериев для дифференциальной видовой и родовой идентификации в рамках лярвоскопической диагностики.

В процессе работы инвазионные личинки нематод были выделены из образцов фекалий лошадей методом Бермана – Орлова. Предварительно образцы культивировали при комнатной температуре в течение 10–14 суток. Идентификацию личинок стронгилид третьей стадии (подсемейства Strongylinae и Cyathostominae) провели на основе морфометрических критериев, описанных в литературных источниках [2]. Для каждой личинки определяли следующие морфометрические параметры: длина тела (включая пищевод и кишечник), расстояние от конца кишечника до конца тела, а также ширина тела. Общая длина личинки рассчитывалась как сумма длины тела и хвостового отдела чехлика. С целью повышения достоверности идентификации дополнительно анализировали расположение и форму клеток кишечника. Фотосъемка и измерение структурных элементов личинок выполнена после их обездвиживания раствором Люголя с использованием компьютерной программы AxioVision микроскопа AxioStarplus (CarlZeis).

Сравнительный морфометрический анализ личинок стронгилид выявил статистически значимые различия между подсемействами. Для представителей подсем. Cyathostominae характерно соотношение длины хвостового отдела чехлика к длине тела в среднем 1:1,5 (1,6), в то время как у крупных стронгил (подсем. Strongylinae) данный показатель составляет 1:2 (3).

Для дифференциальной диагностики личинок третьей стадии (L3) *Strongylus edentatus* и представителей рода *Triodontophorus* при сходном количестве кишечных клеток ключевыми диагностическими критериями выступают два морфометрических параметра: ширина тела и морфология клеток кишечника. Личинки *S. edentatus* отличаются меньшей шириной тела (22–23 мкм) и слабо контрастирующими, вытянутыми треугольными кишечными клетками. В противоположность этому, личинки *Triodontophorus* spp. характеризуются достоверно большей шириной (средняя величина около 30,0 мкм) и наличием крупных, хорошо очерченных кишечных клеток, форма которых варьирует от треугольной до прямоугольной и трапециевидной.

Морфометрические параметры инвазионных личинок стронгилят

№ п/п	Род, вид	Длина, мкм					Ширина, мкм
		тело	пищевод	кишечник	Хвостовой чехлик	личинка	
Семейство Strongylidae							
Подсемейство Strongylinae							
1	<i>Strongylus vulgaris</i> , n = 24	691,5±4,5	150,9±0,7	459,1±4,2	296,8±6,0	989,6±8,7	31,8±0,2
2	<i>Oesophagodontus robustus</i> , n = 19	682,8±8,3	187,0±1,1	387,3±7,6	339,6±12,5	1022,4±14,2	34,5±0,2
3	<i>Triodontophorus serratus</i> , n = 17	566,3±7,6	181,8±3,1	298,1±6,3	275,8±15,7	837,6±15,7	29,9±0,3
4	<i>Triodontophorus</i> spp., n = 7	552,2±7,1	179,9±1,7	297,5±5,1	302,8±6,2	854,9±5,7	28,6±0,1
Подсемейство Cyathostominae							
6	<i>Cyathostomum</i> spp. A, n = 43	505,6±2,9	189,5±1,5	234,9±2,3	332,3±4,5	837,9±6,3	26,5±0,1
7	<i>Cyathostomum</i> spp. C, n = 13	526,0±14,2	188,7±4,3	251,3±13,4	323,4±27,7	849,4±37,8	26,8±0,2
8	<i>Cyathostomum</i> spp. H, n = 5	458,5±13,8	184,7±1,8	209,9±15,3	299,8±5,5	758,4±13,9	25,7±0,2
9	<i>Gyaloccephalus capitatus</i> , n = 17	477,2±9,5	156,3±2,5	244,3±7,2	317,7±11,8	794,9±20,7	28,4±0,2

Особую сложность представляет видовая идентификация личинок L3 с шестнадцатиклеточным кишечником. В таких случаях для точной дифференциации требуется комплексная оценка совокупности диагностических признаков, включающая:

соотношение длины хвостового чехлика и тела личинки, общую длину и максимальную ширину тела, количество, форму и топографию расположения кишечных клеток. Для дифференциальной диагностики личинок наибольшее значение имеет соотношение длины хвостового чехлика и тела. Этот показатель позволяет идентифицировать личинок рода *Poteriostomum* (Cyathostominae) и отличить их от видов подсемейства Strongylinae (*O. robustus*, *Triodontophorus serratus*, *Craterostomum acuticaudatum*, *Strongylus equinus*), имеющих аналогичное строение кишечника.

Таким образом, сравнительный морфометрический анализ личинок стронгилид позволил выявить статистически значимые различия между представителями подсемейств Cyathostominae и Strongylinae. На примере личинок *Strongylus edentatus* и *Triodontophorus* spp. подтверждена диагностическая ценность ширины тела и морфологии кишечных клеток как независимых критериев при сходном клеточном составе кишечника. Полученные результаты расширяют и систематизируют морфометрическую базу данных для лабораторной диагностики стронгилидозов лошадей, повышают точность прижизненной идентификации инвазионных личинок до рода и в ряде случаев до вида.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (№ 20-44-040004) и в рамках научного проекта государственного задания ФГБУН СФНЦА РАН № 0533-2024-0003.

Список литературы

1. Lichtenfels J.R., Kharchenko V.A., Dvojnjos G.M. Illustrated identification keys to strongylid parasites (Strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae) // Vet Parasitol. – 2008. – Vol. 156. – Iss. 1–2. – P. 4–161.
2. Cernea M., Luís M. Madeira de Carvalho, Vasile Cozma et al. Atlas of Diagnosis of Equine Strongylidosis. – Cluj-Napoca: Acad. Pres., 2008. – 119 p.

<https://doi.org/10.26898/2026-240>
УДК 619:617.5-089:636.2

ЭТИОЛОГИЯ БУРСИТОВ: ДИАГНОСТИКА И ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ У КРС

Желнакова С.С., студент,

Дьячкова К.С., студент,

Самсоненко Л.А., студент

Научный руководитель – Шмаренкова Ю.С., ст. преподаватель

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева

(Калужский филиал), Калуга, Россия

e-mail: zhelnakova03.09@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема хирургической патологии у продуктивных животных – бурситы крупного рогатого скота. Подробно описаны основные этиологические факторы, приводящие к развитию травматических, асептических и гнойных воспалений синовиальных сумок. Приведен дифференциально-диагностический алгоритм, включающий данные анамнеза, клинического осмотра, пункции и рентгенологического исследования. Основное внимание уделено современным подходам к оперативному лечению, показаниям к различным видам бурсэктомии, технике их выполнения и послеоперационному ведению животных. Подчеркивается экономическая значимость своевременной диагностики и адекватного лечения данной патологии в условиях промышленного животноводства.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, бурсит, синовиальная сумка, этиология, диагностика, хирургическое лечение, травма

Бурситы – воспалительные заболевания синовиальных сумок (бурс), являющиеся распространенной хирургической патологией у крупного рогатого скота, особенно при содержании в условиях интенсивного животноводства. Данная патология приводит к значительным экономическим потерям, обусловленным снижением продуктивности, затратами на лечение, преждевременной выбраковкой высокопродуктивных животных. Хронические и гнойные формы бурситов часто требуют радикального хирургического вмешательства. В связи с этим четкое понимание этиологии, владение методами диагностики и современными хирургическими техниками лечения является обязательным для практикующего ветеринарного врача.

Основной причиной развития бурситов у КРС является механическая травма, приводящая к асептическому воспалению с последующим возможным инфицированием, например, ушибы при падениях, удары о кормушки, элементы стойлового оборудования, при скученном содержании [1]. Наиболее уязвимы поверхностно расположенные сумки: локтевого, коленного сустава, бугра седалищной кости, а также хроническая микротравматизация: длительное лежание на твердых, неровных или влажных полах без качественной подстилки ведь это является ведущим фактором в развитии хронических фиброзных и оссифицирующих бурситов. Ещё одной из распространенных причин является вторичное инфицирование, т.е. проникновение патогенной микрофлоры (стафилококки, стрептококки, анаэробы) через раны, ссадины, гематогенным или лимфогенным путем из первичных гнойных очагов. Приводит к развитию тяжелых гнойных и флегмонозных бурситов. Недостаток рациона, ожирение, истощение, врожденные или приобретенные деформации конечностей приводят к нарушению постановки ног и повышенной нагрузке на отдельные области.

Основные виды бурсита у крупного рогатого скота:

1. Бурсит предплюсневой сустава представляет собой воспалительный процесс в одной или нескольких синовиальных сумках этой области [2]. Данные структуры выполняют амортизирующую функцию, уменьшая трение между костями, сухожилиями и окружающими тканями. Основными клиническими признаками служат локализованная болезненность, отёк и гиперемия. Заболевание ведёт к хромоте, хроническому болевому синдрому, а в запущенных случаях – к стойкой деформации конечности.

2. Бурсит коленного сустава характеризуется воспалением околосуставных бурс. Воспалённая сумка увеличивается в объёме, становится болезненной, что механически ограничивает подвижность сустава. Симптоматика включает боль, выраженный отёк и тугоподвижность. Последствиями патологии являются хроническая хромота, значительное ограничение двигательной функции и риск развития инфекционных осложнений.

3. Бурсит локтевого сустава – это воспаление синовиальных сумок в области локтевого отростка. Проявляется локальной болью, покраснением кожи и снижением подвижности сустава. Без лечения процесс приводит к хронической боли, нарушению функции конечности и потенциальному формированию абсцесса.

4. Бурсит плечевого сустава – распространённое воспалительное поражение бурс плечевого пояса, вызывающее существенный дискомфорт и снижение продуктивности. Ключевые симптомы: припухлость, болезненность при пальпации и движении, хромота и возможная локальная гипертермия. Исходом могут стать хроническая боль, ограничение подвижности и потеря функциональности конечности.

5. Бурсит подвздошно-крестцового сочленения – сравнительно редкая, но клинически значимая патология, при которой воспаляются бursы в области таза. Проявляется глубокой болью в крупе, которая может переходить в конечность. Заболевание приводит к выраженному ограничению подвижности, хроническому болевому синдрому, а в тяжёлых случаях требует хирургического вмешательства.

В патогенезе после травмы развивается асептическое серозное воспаление, которое при отсутствии устранения причины и лечения может прогрессировать в серозно-

фибринозное, а затем в фиброзное. Разрастание соединительной ткани приводит к утолщению стенок сумки, образованию сращений, иногда – к отложению солей кальция (оссифицирующий бурсит). При инфицировании экссудат становится гнойным, возможен прорыв в окружающие ткани с развитием флегмоны и свищей.

Диагностика строится на комплексном подходе и включает в себя анамнез и клинический осмотр [3]. Выясняют условия содержания (качество полов, подстилки), наличие травм. При осмотре выявляют: локальную припухлость в области анатомического расположения бурсы, различной консистенции (от тестоватой при серозной форме до плотной и бугристой при фиброзной, флюктуирующей при гнойной), болезненность и местное повышение температуры, хромота выражена в разной степени, часто слабее, чем при артритах.

Пункция и исследование пунктата позволяет определить характер экссудата (серозный, фибринозный, гнойный, геморрагический) и провести бактериологическое исследование с определением чувствительности микрофлоры к антибиотикам. Рентгенологическое исследование показано для дифференциации бурсита от артрита, выявления инородных тел, участков оссификации в стенке сумки, оценки состояния близлежащих суставов и костей.

Консервативное лечение эффективно только при острых асептических формах. При хронических фиброзных, оссифицирующих и гнойных бурситах показана операция – бурсэктомия.

Показания к операции:

- хронический фиброзный/оссифицирующий бурсит;
- гнойный бурсит, не поддающийся консервативной терапии;
- наличие свищей;
- частые рецидивы;
- значительное увеличение бурсы, мешающее движению и эксплуатации животного.

Техника операции:

1. Подготовка и фиксация: животное фиксируют в боковом положении и проводят тщательную хирургическую обработку операционного поля.

2. Обезболивание: инфильтрационная анестезия 0,5% раствором новокаина по линии разреза или региональная проводниковая анестезия.

3. Делают линейный разрез кожи над центром припухлости, отступив от ее основания для ушивания раны без натяжения.

4. Осторожно, тупым и острым путем (скальпель, ножницы) отделяют стенку бурсы от подкожной клетчатки и фасций. Важно не вскрыть полость до полного выделения, особенно при гнойном процессе.

5. Далее бурсу иссекают полностью. При гнойном бурсите тщательно удаляют все некротизированные ткани, промывают полость антисептиками (раствор фурацилина, хлоргексидина).

6. Ложе ушивают глухими кетгутовыми швами, ликвидируя мертвое пространство. При обширной полости возможно дренирование.

7. Наконец, накладывают узловатые швы на кожу. Наложение повязки или иммобилизирующей лонгеты (в зависимости от локализации).

После операции применяют курс системной антибиотикотерапии и противовоспалительных средств, ежедневно обрабатывают швы антисептиками. На 10-12-е сутки снимают швы.

Успех в лечении бурситов у крупного рогатого скота напрямую зависит от ранней диагностики и выбора адекватного метода лечения. Хирургическое вмешательство – бурсэктомия – остается радикальным и эффективным методом при хронических и гнойных формах патологии. Однако первостепенное значение имеют профилактические мероприятия: обеспечение животных качественной подстилкой, своевременная обработка травм,

оптимизация условий содержания и эксплуатации, что позволяет значительно снизить распространенность данной экономически значимой болезни.

Список литературы

1. Воронкова О.А., Коновалов И.Н., Гайнанова Е.П. Диагностика, лечение и профилактика при бурсите у КРС // Наука молодых - наука будущего: сб. материалов Всерос. студ. науч.-практ. конф., Грозный, 24 апр. 2025 г. – Грозный, 2025. – С. 53-55. DOI 10.36684/170-1-2025-53-55.
2. Шарыкина К.И., Позябни С.В., Борхунова Е.Н., Качалин М.Д. Клинико-гистологическая характеристика бурсита в области заплюсневой сустава у крупного рогатого скота // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 2. – С. 78-81. DOI 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2023-2-20.
3. Ткаченко Е.М. Диагностика и лечение бурсита у КРС // В мире научных открытий: материалы V Междунар. студ. науч. конф., Ульяновск, 20–21 мая 2021 г. – Ульяновск, 2021. – Т. 5, ч. 4. – С. 181-183.

<https://doi.org/10.26898/2026-241>
УДК 616.619.995.575.3

САМЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ГЕЛЬМИНТЫ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПАМИРА

Иброхимзода Б.И.¹, канд. вет. наук, в.н.с.,
Зарифзода Х.И.², соискатель
Абдуллоев Р.С.³, соискатель,
Ошимова З.М.³, аспирант,
Шарипова У.К.³, аспирант,
Шамшерзода Ш.К.³, аспирант

¹Институт зоологии и паразитологии НАН Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

²Хатлонский государственный университет, Бохтар, Таджикистан

³Институт ветеринарной медицины ТАСХН, Душанбе, Таджикистан

e-mail: behruz.0289@mail.ru; oshimovaz80@mail.ru; umeda_varzob@mail.ru

Аннотация. Анализ фекалий крупного и мелкого рогатого скота, а также яков в Таджикистане выявил наличие яиц трематод, цестод и нематод. Инвазии широко распространены, особенно в горных районах, создавая эпизоотологическую угрозу. Животные заражаются на пастбищах в течение всего года. У крупного и мелкого рогатого скота экстенсивность инвазии составляла: трематоды – 3,9–21,6%, цестоды – 17,1–48,3%, нематоды – 13,8–42,5%; у яков трематоды – 6,6–16,6%, цестоды – 15,6–18,3%, нематоды – 14,7–26,6%.

Ключевые слова: гельминты, жвачные животные, Памир, Таджикистан

В Таджикистане животноводство является одной из ключевых отраслей аграрного сектора, внося значительный вклад в продовольственное обеспечение страны и социально-экономическое развитие сельских районов. поголовье крупного рогатого скота насчитывает свыше 2 млн голов. Для молочного производства преобладают швицкая, швицезебувидная и черно-пестрая породы, отличающиеся высокой продуктивностью и адаптацией к местным условиям. В мясном скотоводстве основное значение имеют казахская белоголовая и абердин-ангусская породы.

В структуре животноводства овцеводство занимает ведущее место, объединяя свыше

7 млн овец и коз. Разводятся гиссарская, каракульская, таджикская, джайдара и памирская тонкорунная породы овец, а также козы советской шерстной породы и местные разновидности. На Памир широко развито козоводство пухового направления, обеспечивающее получение ценных шерстных ресурсов.

Разведение яков сосредоточено преимущественно на Восточном Памире. Эти животные приспособлены к экстремальным природно-климатическим условиям и отличаются высокой экономической эффективностью: не требуют специальных помещений, характеризуются минимальными трудозатратами, а заготовка кормов осуществляется лишь в объёме страхового запаса. Сезонный перегон части стада с Западного Памира на Восточный с возвращением в зимний период обеспечивает рациональное использование пастбищных угодий. Значительная часть животных круглогодично выпасается в Алайская долина (Кыргызстан). Продолжительность перегона составляет 2–3 недели и сопровождается контактом скота из разных регионов, что создаёт благоприятные условия для распространения заболеваний, в том числе гельминтозов.

Воздействие гельминтозов на здоровье и продуктивность животных является значительным, поэтому для их контроля необходимы профессиональные знания ветеринаров и информированность населения Баратов, Головин, Джураев и др., 1982 [2]; Разинов, 2010 [5]. У яков Памира выявлено 11 видов гельминтов, включая *Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceatum*, личинки *Echinococcus granulosus*, *Taenia hydatigena*, *Moniezia alba* и др. [3]. У крупного рогатого скота выявлено 43 вида гельминтов, у яков – 29 видов, с экстенсивностью 69,7% и интенсивностью от 1 до 3763 экз. (Мухамадиев, 1981) [4]. У мелкого рогатого скота Центрального Таджикистана обнаружено 28 видов гельминтов, экстенсивность достигала 87,5–98%, интенсивность – от 2 до 492 экз. (Худойдодов, Разинов, Каримов, 2017) [6].

Комплексная борьба с гельминтозами включает совершенствование ветеринарного надзора, повышение осведомлённости владельцев, рациональное использование пастбищ, оптимизацию перегонов и своевременную обработку животных. Эти меры способствуют повышению продуктивности, сохранению здоровья скота и снижению экономических потерь.

Целью данного исследования было определить степень заражённости крупного и мелкого рогатого скота, а также яков различными гельминтозами. Для этого проводился гельминтокопрологический анализ образцов навоза, собранных в период с 2015 по 2025 год на территории Западного и Восточного Памира. С Западного Памира (кишлаки Равмед и Хеджес Рушанского и Рошкалинского районов) было отобрано 484 пробы: овцы и козы – 200 проб, крупный рогатый скот – 224 пробы, яки – 60 проб. С Восточного Памира (кишлак Аличур Мургабского района) было собрано 458 проб: мелкий рогатый скот – 204 пробы, крупный рогатый скот – 152 пробы, яки – 102 пробы. Кроме того, проводились послеубойные вскрытия туш животных для выявления взрослых гельминтов и эхинококковых кист.

Первичная обработка образцов включала гельминтоскопию и гельминтоооскопию с использованием методов последовательного промывания и флотации по методикам Фюллеборна и Дарлинга. Экстенсивность инвазии (ЭИ) определялась флотационным методом с применением насыщенного раствора поваренной соли и раствора технической селитры. Интенсивность инвазии (ИИ) и количество яиц гельминтов в 1 г навоза оценивались методом Столла и с использованием счётной камеры по методике Архипова (2009).

Все лабораторные исследования проводились в Институте зоологии и паразитологии Национальной академии наук Таджикистана и в Институте ветеринарной медицины Таджикской академии сельскохозяйственных наук в Душанбе. Результаты показали широкое распространение гельминтозов среди крупного и мелкого рогатого скота, а также яков в горных и высокогорных районах Памира.

На Западном Памире в последние 5-10 лет у овец выявляются 9 видов гельминтов, в том числе 3 вида трематод: *Fasciola hepatica*, *F. gigantica*, *Dicrocoelum lanceatum*, 4 вида цестод: *Echinococcus granulosus* (larvae), *Coenurus cerebralis*, *Moniezia expansa*, *M. benedeni*; 2 вида нематод: *Nematodirus spathiger*, *N. filicollis*. Однако на Восточном Памире встречается только 4 вида гельминтов, из которых 2 вида цестод: *Echinococcus granulosus* (larvae), *Coenurus cerebralis*; 2 вида нематод: *Nematodirus spathiger*, *N. filicollis*. Вышеперечисленные гельминтозы встречаются среди домашних и диких жвачных животных с низкими показателями экстенс- и интенсивности инвазии. Кроме мелкого рогатого скота данные паразиты частично были выявлены у винторогих коз и баранов Марко Поло. У коз регистрируются 8 видов гельминтов, в том числе 3 вида трематод: *Fasciola hepatica*, *F. gigantica*, *Dicrocoelum lanceatum*, 3 вида цестод: *Echinococcus granulosus* (larvae), *Moniezia expansa*, *M. benedeni*; 2 вида нематод: *Nematodirus spathiger*, *N. filicollis*. На Восточном Памире встречается только 4 вида гельминтов, из которых 1 вид цестод: *Echinococcus granulosus* (larvae); 2 вида нематод: *Nematodirus spathiger*, *N. filicollis*.

На Западном Памире в последние 5-10 лет у крупного рогатого скота выявляются 10 видов гельминтов, в том числе 3 вида трематод: *Fasciola hepatica*, *F. gigantica*, *Dicrocoelum lanceatum*, 4 вида цестод: *Echinococcus granulosus* (larvae), *Cysticercus bovis*, *Moniezia expansa*, *M. benedeni*; 3 вида нематод: *Neoascaris vitulorum*, *Nematodirus spathiger*, *N. filicollis*. Однако на Восточном Памире у крупного рогатого скота встречается только 4 вида гельминтов, из которых 2 вида цестод: *Echinococcus granulosus* (larvae), *Cysticercus bovis*; 2 вида нематод: *Nematodirus spathiger*, *N. filicollis*. У яков Восточного Памира кроме 2 вида цестод, такие как *Echinococcus granulosus* (larvae), *Cysticercus bovis* другие виды паразиты на данном моменте не были зафиксированы.

Большинство вышеперечисленных гельминтов являются общими для крупного и мелкого рогатого скота и встречаются среди домашних и диких жвачных животных с низкими показателями экстенс- и интенсивности инвазии. Кроме крупного и мелкого рогатого некоторые эти паразиты частично были выявлены у яков, винторогих коз и баранов Марко Поло.

Анализ проб фекалий выявил яйца фасциол, дикроцелий и различных видов нематод желудочно-кишечного тракта. У крупного и мелкого рогатого скота экстенсивность инвазии трематодами составила 3,9–21,6%, цестодами – 17,1–48,3%, нематодами – 13,8–42,5%, при этом интенсивность инвазии достигала 1–180 экз., 1–8 эхинококковых кист и 60–240 яиц на 1 г фекалий. У яков экстенсивность заражения трематодами составила 6,6–16,6%, цестодами – 15,6–18,3%, нематодами – 14,7–26,6%, а интенсивность инвазии достигала 1–60 экз., 1–4 эхинококковых кист и 60–180 яиц на 1 г фекалий.

Таким образом, гельминтозы крупного и мелкого рогатого скота, а также яков широко распространены во всех природных зонах, особенно в горных и высокогорных районах Памира, и представляют значительную эпизоотологическую опасность для животноводства республики.

С учётом выявленных особенностей и широкой распространённости гельминтозов нами были поставлены задачи по всестороннему и глубокому изучению гельминтов жвачных животных Западного и Восточного Памира. Основной целью исследования являлось не только определение видов гельминтов и степени заражённости крупного и мелкого рогатого скота, а также яков, но и разработка комплексной системы мероприятий, включающей методы диагностики, эффективного лечения, профилактики и контроля гельминтозов. Особое внимание уделялось подготовке практических рекомендаций для животноводов, способных снизить риск эпизоотий, повысить продуктивность животных и улучшить экономическую эффективность местных хозяйств.

Результаты исследования показали, что гельминтозы крупного и мелкого рогатого скота, а также яков широко распространены во всех природных поясах Западного и Восточного Памира, особенно в горной и высокогорной зонах, и проявляются практически

круглый год. Это обусловлено тем, что животные находятся на пастбищах в течение всего года и контактируют с заражённой внешней средой — почвой, растительностью и другими животными. Заражение происходит различными путями: через потребление травы, заражённой яйцами и личинками паразитов; через воду и поедание мелких промежуточных хозяев; а также при контакте с фекалиями заражённых животных.

Сезонность пастбищного содержания оказывает значительное влияние на динамику инвазии. Летний перегон на высокогорные пастбища способствует постепенному заражению животных новыми видами паразитов, адаптированных к суровому климату, а зимнее содержание на стационарных пастбищах поддерживает постоянную циркуляцию гельминтов. Постоянный круговой процесс заражения, связанный с пастбищной эксплуатацией, требует систематического мониторинга и регулярного применения профилактических и лечебных мер.

Практическое значение исследования заключается в возможности применения разработанных рекомендаций на уровне хозяйств для снижения эпизоотической опасности, повышения продуктивности и улучшения здоровья животных. Это включает регулярное проведение ветеринарного контроля, диагностики гельминтозов, своевременную дегельминтизацию, санитарное содержание пастбищ и обучение владельцев скота основам профилактики паразитарных заболеваний. Комплексное внедрение этих мер позволит существенно снизить уровень заражённости животных, сохранить их продуктивность и повысить экономическую эффективность животноводческих хозяйств Памира.

Таким образом, исследование подтверждает, что гельминтозы жвачных животных Западного и Восточного Памира представляют серьёзную эпизоотическую угрозу и требуют комплексного научного и практического подхода, включающего диагностику, лечение, профилактику и проведение пропаганды ветеринарных знаний среди животноводов.

Список литературы

1. Архипов И.А. Антигельминтики: фармакология и применение. - М, 2009. - С. 291-292.
2. Баратов Р.Б., Головин В.В., Джураев К.Ш. и др. Таджикистан. Природа и природные ресурсы. - Душанбе: Дониш 1982. – 600 с.
3. Муратов Е.А. Гельминтофауна жвачных горно-Бадахшанский автономной области. – 1952 - С. 41-44.
4. Мухамадиев С.А. Гельминты крупного рогатого скота и яков Таджикистана. - Душанбе, 1981. - 181 с.
5. Разиков Ш.Ш. Эпизоотологический анализ и меры борьбы с основными гельминтозонозами в Республике Таджикистан: дис. ... д-ра вет. наук. – М., 2010. - 321 с.
6. Худоидодов Б.И., Разиков Ш.Ш., Каримов Г.Н. Стронгилятозы овец и коз в Центральном Таджикистане // Материалы докладов международной научной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». - М., 2017. - Вып. 18. - С. 370-373.

<https://doi.org/10.26898/2026-242>
УДК 619:616.98:579.834.111-085:636.7

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ БОРРЕЛИОЗА СОБАК

Идрисова Э.А, студент

Научный руководитель – Романов А.А., канд. вет. наук
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Россия
e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В статье представлена сравнительная характеристика различных схем лечения боррелиоза у собак. Наибольшую эффективность показало лечение в опытной группе по данным контрольного исследования животных и картине рентгенологического исследования. Доксициклин, применяемый в лечении собак опытной группы оказался эффективнее. Титр антител к *Borrelia burgdorferi* в сыворотки крови уменьшился более значительно по сравнению с результатами в контрольной группе.

Ключевые слова: боррелиоз, болезнь Лайма, боррелии, собаки, антибиотикотерапия, диагностика

Клещевой боррелиоз инфекционное природно-очаговое заболевание, характеризующееся трансмиссивным путём передачи и стадийностью течения. Возбудителями боррелиоза являются грамотрицательные бактерии рода *Borrelia*, которые существуют в многообразных вариациях вида [1, 2]. В различных территориях мира могут присутствовать определённые виды боррелий. В российской Федерации распространены следующие виды: *Borrelia garinii* и *Borrelia afzelii*. Основными переносчиками боррелиоза являются иксодовые клещи следующих видов: *Ixodes persulcatus* и *Ixodes ricinus*. К данному заболеванию восприимчивы все виды животных, в том числе собаки, кошки и сельскохозяйственные животные. Среди мелких непродуктивных животных с боррелиозом в ветеринарные клиники чаще поступают собаки. При этом по литературным источникам породной предрасположенности к болезни Лайма не отмечено. Особенностью данного заболевания является то, что его клинические признаки весьма размыты и специфического симптома при боррелиозе у собак нет. Это в свою очередь достаточно усложняет диагностику боррелиоза у собак при проведении клинического исследования животного. Также стоит учитывать, что болезнь Лайма может протекать бессимптомно, делая заразившееся животное носителем возбудителя. При остром и подостром течении могут проявляться такие симптомы как, лихорадка, вялость, понижение аппетита, хромота, рвота, припухлость суставов конечностей, кахексия, дегидратация. Хроническое течение заболевания сопровождается необратимыми поражениями многих органов и тканей организма, проявлением неврологических расстройств. Как правило, первые клинические признаки боррелиоза появляются через 60-90 дней после укуса клеща [3, 5].

Лечение боррелиоза в основном сводится к антибиотикотерапии, так как боррелии чувствительны к антибиотикам. При этом преимущество в лечении боррелиоза у собак имеют антибиотики трёх фармакологических групп: цефалоспорины, тетрациклины и полусинтетические пенициллины. Стоит брать во внимание то, что на первых стадиях лечения, состояние животного может ухудшаться. Это связано с высвобождением большого количества токсинов под воздействием антибиотиков на возбудителей инфекции [1, 4].

Выбор схемы лечения является непростой задачей для ветеринарного специалиста, так как необходимо учитывать течение заболевания, выраженность клинических признаков и общее состояние животного. При этом успех лечения заключается в своевременной

диагностике и правильно подобранной терапии. Выбор наиболее результативного лечения боррелиоза собак является актуальной задачей для ветеринарных врачей.

Цель исследования – провести сравнительную оценку различных схем лечения боррелиоза собак.

Исследование проводилось на базе ветеринарной клиники Челябинска. Объектом исследования послужили собаки с подтверждённым диагнозом боррелиоз (болезнь Лайма) в количестве 6 особей в возрасте от 3 до 7 лет. Животные были сформированы в 2 группы: контрольную и опытную без учёта половозрастных особенностей. В каждой группе находилось по 3 животных. Исследованию подвергались собаки таких пород, как немецкая овчарка, такса, лабрадор, бигль, а также беспородные особи, содержащиеся в разных условиях (уличное и квартирное содержание). Из анамнеза было выявлено, что все животные на сезон активности клещей (август – сентябрь) находились в эндемичных районах по боррелиозу. Из лабораторных методов диагностики боррелиоза были выбраны полимеразная цепная реакция (ПЦР) и иммуноферментный анализ (ИФА), которые проводились в сторонней лаборатории. Для лабораторных исследований у всех животных был проведён забор крови в количестве 4 мл. Кровь забирали из подкожной вены предплечья. Перед забором крови шерсть на месте прокола выстригали, кожу обрабатывали 70%-м раствором этилового спирта.

В результате ПЦР положительные результаты оказались у четырёх собак. Титр антител (IgG) к *Borrelia burgdorferi* у собак контрольной группы составил 1:60, у оставшихся трёх – 1:80. Клинические признаки заболевания у всех животных указывали на подострое течение боррелиоза. Также дополнительно была проведена рентгенография всех суставов конечностей для оценки степени поражения суставов и выявления сопутствующих заболеваний. При рентгенологическом исследовании были выявлены признаки артрита: сужение суставной щели, наличие суставного выпота, изменение рельефа суставных поверхностей.

Лечение болезни Лайма подразумевает симптоматическую терапию, а также применение антибиотиков, к которым чувствительны возбудители болезни. Симптоматическая терапия в контрольной группе:

- в качестве обезболивающего, жаропонижающего и противовоспалительного средства- Мелоксивет 2% (мелоксикам), подкожно, в дозе 0,1 мл на 1 кг массы тела животного 1 раз в сутки;
- внутривенная инфузия 0,9%-го раствора натрия хлорида в объёме 100-150 мл до нормализации аппетита.

В качестве антибиотикотерапии применяли Амоксициллин в дозировке 0,1 мл на 1 кг массы тела животного. Амоксициллин вводился внутримышечно с интервалом 48 часов.

Симптоматическая терапия в опытной группе: в качестве обезболивающего, жаропонижающего и противовоспалительного средства – Римадил 5%, подкожно, в дозировке 4 мг на 1 кг массы тела животного 1 раз в сутки; внутривенная инфузия 0,9% раствора натрия хлорида в объёме 100-150 мл до нормализации аппетита. В качестве антибиотикотерапии использовался Доксициклин, перорально, в дозировке 10 мг на 1 кг массы тела животного с интервалом 24 ч.

Оценка эффективности лечения боррелиоза у собак проводилась по следующим критериям: снижение титра антител в крови; улучшение общего состояния (понижение температуры тела, повышение физической активности, отсутствие болезненности суставов при пальпации, повышение аппетита)

Итоговые результаты лечения оценивались на 10 дней после начала терапии. Для этого проводили повторный клинический осмотр животных, рентгенографию суставов конечностей и контрольный иммуноферментный анализ сыворотки крови. При этом промежуточные результаты лечения оценивались на 4 сутки с начала приёма препаратов. При клиническом обследовании собак из контрольной группы отмечали нормализацию

температуры тела (38,2-38,9 °С), а также повышение аппетита. Хромота и изменение походки оставались незначительными. При рентгенологическом исследовании поражённых суставов было отмечено уменьшении выпотной жидкости и сглаживание суставных поверхностей. Титр антител у животных контрольной группы составил 1:40. На 4-е сутки после начала лечения у собак контрольной группы отмечалось снижение температуры и улучшение аппетита.

При клиническом исследовании животных опытной группы были отмечены следующие результаты: снижение температуры тела до 38,0-38,5 °С; повышение физической активности; повышение аппетита; отсутствие хромоты и нормализация походки.

При рентгенологическом исследовании суставов было отмечено расширение суставной щели, уменьшение количества суставной жидкости и сглаживание поверхностей суставов, что показывает наилучший результат по сравнению с контрольной группой. Титр антител у двух животных составил 1:30, у одного животного - 1:40. На 4-е сутки лечения у животных опытной группы отмечалось некоторое ухудшение состояния, проявляющееся повышением температуры (39,7-40,1 °С) и сохранением отсутствия аппетита, которое является следствием высвобождения токсинов при разрушении боррелий в организме. Это указывает на быстроту действия выбранного антибиотика, что является положительным моментом.

Таким образом, лечение боррелиоза показало хорошие результаты в обеих группах. Однако наибольшую эффективность проявило симптоматическое лечение в опытной группе, так как данные контрольного исследования животных и картина рентгенологического исследования были более приемлемыми. Помимо этого Доксициклин, применяемый в лечении собак опытной группы оказался эффективнее, так как титр антител к *Borrelia burgdorferi* в сыворотки крови уменьшился более значительно по сравнению с результатами в контрольной группе.

Список литературы

1. Абдыраманова Т.Д., Щербаков П.Н., Степанова К.В. Анализ результатов лабораторной диагностики инфекционных болезней животных // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2024. - № 9 (239). - С. 44-49. DOI: 10.53083/1996-4277-2024-239-9-44-49.
2. Боровинский Г.Е. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 20 дек. 2024 г. - Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. - С. 803-806.
3. Каримов И.К. Опыт лечения аляриоза у собак // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: современные тенденции ветеринарной медицины: материалы Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых Ин-та ветеринарной медицины. - Челябинск, 2024. - С. 176-180.
4. Степанова К.В., Щербаков П.Н. Анализ диагностики инфекционных болезней животных // Актуальные вопросы зоотехнических и ветеринарных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. Ин-та ветеринарной медицины, Троицк, 28–29 нояб. 2023 г. - Челябинск, 2023. - С. 140-144.
5. Тащилин А.С. Особенности диагностики панлейкопении у кошек // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: инновационные технологии в ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизе: материалы студ. науч. конф. Ин-та ветеринарной медицины, Троицк, 3–7 апр. 2023 г. / под ред. Н.С. Низамутдиновой. - Челябинск, 2023. - С. 112-115.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ БРУЦЕЛЛЁЗА ЯКОВ В ГОРНО-БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ ТАДЖИКИСТАНА

Кашкулов М.Ш., в.н.с.,

Расулов С.А., канд. вет. наук, зав. лабораторией

Институт ветеринарной медицины ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан

e-mail: mahmadnazar_61@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты эпизоотологического проявления и распространения и эпизоотологической особенности бруцеллёза среди яков в Горно-Бадахшанской Автономной области Таджикистана. Материалом исследования послужили данные серологического мониторинга 3127 проб сыворотки крови и 1258 проб молока от яков, полученные в 2013–2022 гг. на бруцеллез. Установлено, что средний уровень инфицированности яков составил 10,87 % при колебаниях от 9,18 до 12,42%, а серопозитивность молока достигала 12%. Показано, что устойчивость эпизоотического процесса обусловлена сочетанным воздействием природно-климатических условий высокогорья, пастбищной системы содержания, межвидовых контактов и антропогенных факторов в Горно-Бадахшанской Автономной области Таджикистана. Необходимости эпидемиологическая ситуация по бруцеллезу среди людей указывает комплексного экологически ориентированного подхода к профилактике бруцеллёза среди яков в Горно-Бадахшанской Автономной области Таджикистана.

Ключевые слова: бруцеллёз, яки, эпизоотология, высокогорные экосистемы, экологические факторы, серология, эпидемиология

Введение. Таджикистан относится к числу наиболее высокогорных стран Центральной Азии: более 90% его территории занято горными массивами Гиссарско-Алайской и Памирской систем, тогда как равнинные участки составляют менее 10% общей площади. Сложный горный рельеф, удалённость от океанов и расположение в аридной климатической зоне формируют значительное разнообразие природно-климатических условий, что существенно влияет на развитие сельского хозяйства и животноводства [1].

Территория республики подразделяется на несколько физико-географических округов, включая Северный Таджикистан, Гиссарскую долину, Юго-Западный Таджикистан, Каратигино-Дарвазский регион и Горно-Бадахшанскую автономную область (ГБАО). В условиях высокогорья ведущей отраслью сельского хозяйства ГБАО является животноводство, представленное преимущественно яководством, овцеводством и козоводством. Пастбищные угодья занимают около 642,7 тыс. га, что составляет 96,4% сельскохозяйственных земель региона [2].

Яководство в Республике Таджикистан сосредоточено главным образом в ГБАО, где содержится до 90% всего поголовья яков. Экстремальные климатические условия, выраженная сезонность, ограниченность кормовой базы и трансгумантные системы ведения хозяйства создают предпосылки для формирования устойчивых природных очагов инфекционных заболеваний, включая бруцеллёз [3].

Бруцеллёз представляет собой хроническую бактериальную зоонозную инфекцию, вызываемую микроорганизмами рода *Brucella*, поражающими сельскохозяйственных и диких животных, а также человека. Заболевание сопровождается абортами, бесплодием, рождением нежизнеспособного потомства, снижением продуктивности животных и значительным экономическим ущербом, оставаясь актуальной проблемой ветеринарной медицины и общественного здравоохранения во многих странах мира [4].

В Республике Таджикистан бруцеллёз стабильно регистрируется во всех регионах и характеризуется высокой эпизоотической и эпидемиологической значимостью. Особое напряжение эпизоотического процесса отмечается в высокогорных районах, где доминирует экстенсивное животноводство, а низкие температуры способствуют длительному сохранению возбудителя во внешней среде [5].

Многолетние серологические исследования, проведённые в ГБАО, выявили значительную инфицированность крупного и мелкого рогатого скота, а также яков, что сопровождается устойчивой циркуляцией инфекции и повышенным риском заражения населения. По данным мониторинга, за 15-летний период серопозитивность зарегистрирована у 2050 голов КРС, 25 735 голов МРС и 15 871 человека, что подчёркивает выраженный зоонозный потенциал бруцеллёза [6].

Инфекционные заболевания, включая бруцеллёз, существенно снижают продуктивность яков, вызывая рост абортёв, снижение молочной продуктивности, ухудшение воспроизводительных показателей и замедление прироста живой массы. В структуре инфекционной патологии бруцеллёз занимает ведущее место (до 7%), опережая хламидиоз и сальмонеллёз, что обуславливает значительные экономические потери животноводческих хозяйств [7].

Международные исследования подтверждают высокую распространённость бруцеллёза среди яков в аналогичных высокогорных экосистемах. На плато Цинхай–Тибет серопревалентность достигает 9%, а мета-анализ 52 исследований установил средний уровень инфицированности 8,39%, с наибольшей частотой у животных старше 12 месяцев [8, 9]. В трансгумантных сообществах Гималаев установлена тесная связь между инфицированностью яков и заболеваемостью населения, что подчёркивает важность комплексного ветеринарно-санитарного контроля [10].

Таким образом, изучение экологических особенностей бруцеллёза у яков в условиях высокогорья Таджикистана является актуальной научной и практической задачей, направленной на выявление факторов поддержания эпизоотического процесса, оценку его социально-экономических последствий и разработку эффективных мер профилактики и контроля.

Материалы и методы исследований. В 2013–2022 гг. исследовано серологи (РПБ, РА, РСК, ИФА) 3127 проб сыворотки крови яков, включая 131 пробу от животных с абортёв и нежизнеспособным приплодом, а также 1258 проб молока от клинически здоровых и подозрительных на бруцеллёз яков. Лабораторная диагностика проводилась комплексом стандартных серологических методов: роз-бенгал-пробы, реакции агглютинации, реакции связывания комплемента, иммуноферментный анализ и кольцевая реакция, обеспечивающих высокую чувствительность и специфичность выявления инфекции. Статистическую обработку данных выполняли методами вариационной статистики для объективной оценки распространённости заболевания и выявления эпизоотологических закономерностей.

Результаты исследования. В период с 2013 по 2022 г. было обследовано 3127 проб сыворотки крови яков с применением комплекса серологических методов: РБП, РА, РСК, ИФА и КР. Положительные результаты были выявлены у 340 голов, что соответствует среднему показателю инфицированности 10,87 %. Одновременно было исследовано 1258 проб молока, из которых 151 оказалась положительной (12 %).

Как видно из результатов таблицы, по годам наблюдалась относительная стабильность серологических показателей с незначительными колебаниями. В 2013 г. серопозитивность сыворотки составила 9,18 %, а молока – 15,38 %, что отражает локальные всплески инфекции. В 2014 г. отмечалось увеличение положительных проб до 12,36 % в сыворотке и 14,4 % в молоке, что свидетельствует о продолжающемся циркулировании инфекции. В последующие годы (2015–2017) показатели серопозитивности сыворотки колебались от 10,37 до 12,42 %, молока – от 10,31 до 14,84 %, демонстрируя умеренную

стабилизацию эпизоотической обстановки. В период с 2018 по 2022 г. наблюдалось постепенное снижение инфицированности молока (8,06–11,2 %), при этом уровень серопозитивности сыворотки оставался относительно стабильным (10–11 %).

Серологический мониторинг бруцеллеза среди яков

Год	Методами РБП, РА, РСК и ИФА			Метод КР		
	Всего исследовано	Всего выявлено	%	Всего исследовано	Всего выявлено	%
2013	534	49	9,18	130	20	15,38
2014	364	45	12,36	125	18	14,4
2015	342	36	10,53	123	15	12,19
2016	298	37	12,42	122	16	13,11
2017	289	34	11,76	128	19	14,84
2018	274	30	10,95	125	14	11,2
2019	270	28	10,37	126	13	10,31
2020	261	29	11,11	129	11	8,52
2021	250	26	10,4	126	15	11,9
2022	245	26	10,61	124	10	8,06
Всего	3127	340	10,87	1258	151	12

Анализ связи серопозитивности с репродуктивными нарушениями показал, что среди 340 серопозитивных животных 131 особь ранее пережила аборт или родила нежизнеспособное потомство. Эти данные подтверждают прямое влияние *Brucella* на репродуктивную продуктивность яков и экономическую значимость бруцеллеза.

Многолетний серологический мониторинг яков с применением комплекса методов (РБП, РА, РСК, ИФА и КР) позволил выявить группы животных с повышенным риском инфицирования и репродуктивных нарушений, оценить динамику эпизоотического процесса и определить целенаправленные меры профилактики. Анализ показал, что уровень инфицированности обусловлен сочетанием природно-климатических факторов (низкие температуры, выраженная сезонность, ограниченность кормовых ресурсов), хозяйственных условий (кочевая и полукочевая система с сезонными перегонными перемещениями) и биологических особенностей яков (адаптация к суровым условиям, стадное поведение, длительное хозяйственное использование).

Эффективная профилактика возможна только при комплексном экологически ориентированном подходе, включающем систематический серологический мониторинг, вакцинацию, раздельное содержание видов скота, контроль перегонов, улучшение санитарных условий пастбищ и постоянный эпизоотологический надзор, что обеспечивает стабилизацию эпизоотической ситуации, снижение экономических потерь и повышение биобезопасности высокогорного животноводства.

Выводы

1. Многолетний серологический мониторинг яков в Горно-Бадахшанской Автономной области Таджикистана выявил инцидентность циркуляции бруцеллёза, с уровнем инфицированности 9,2–12,4 %, что характеризует эпизоотический процесс как хронический и напряжённый.

2. Серопозитивность тесно связана с нарушениями репродуктивной функции яков, у 38,5 % инфицированных животных регистрировались аборты и рождение нежизнеспособного приплода, что подтверждает значительный экономический ущерб.

3. Основными факторами поддержания инфекции являются природно-климатические условия, особенно пастбищная система с сезонными перегонными стадными перемещениями, межвидовые контакты и антропогенные воздействия, а стабилизация эпизоотической ситуации возможна лишь при комплексном экологически ориентированном подходе с мониторингом, вакцинацией и усилением ветеринарного надзора.

Список литературы

1. Амирбеков М.Р. Респираторные болезни рогатого скота в условиях промышленного и отгонного животноводства Таджикистана: дис. ... д-ра вет. наук. – М., 1993.
2. Наврузшоева Г.Ш., Атовуллозода Р.А., Жбанова С.Ю., Расулов С.А. Анализ эпизоотической ситуации в высокогорных районах Таджикистана // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 10. – С. 98–105.
3. Кашкулов М.Ш., Расулов С.А., Косимов С.М., Мукимзода Х.Г. Влияние инфекционных заболеваний на развитие яководства // Земледелец. – 2025. – № 108 (3). – С. 106–111.
4. World Health Organization. Brucellosis Fact Sheet. WHO; 2020.
5. Расулов С.А., Мирзоев Д.М., Искандаров М.И. Мониторинг эпизоотологии и эпидемиологии бруцеллёза в Республике Таджикистан. – 2019. – С.171–176.
6. Расулов С.А. и др. Анализ эпизоотологической ситуации по бруцеллёзу в ГБАО // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 4 (20). – С. 138–143.
7. Расулов С.А. и др. Динамика заболеваемости бруцеллёзом МРС и людей // Российский ветеринарный журнал. – 2016. – № 1. – С. 9–11.
8. Lang X. et al. Seroprevalence of Brucella infection in yaks // Trop Anim Health Prod. – 2011. – Vol. 43. – P. 1395–1400.
9. Zhao B. et al. Brucellosis prevalence in yaks in China: meta-analysis // Prev Vet Med. – 2022. – Vol. 198. P. 105532.
10. Jackson D.S. et al. Prevalence and risk factors for brucellosis in domestic yak and their herders in Nepal // Prev Vet Med. – 2014. – Vol. 115. – P. 21–28.

<https://doi.org/10.26898/2026-244>
УДК 619:616.08:34:338.5(571.14)

ДИНАМИКА СТОИМОСТИ ВЕТЕРИНАРНЫХ УСЛУГ, ОКАЗЫВАЕМЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ВЕТСЛУЖБЫ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Константинов Е.И.¹, студент

Научный руководитель – Юшкова Л.Я.², д-р вет. наук, проф.,

Мельцов И.В.³, канд. вет. наук, доцент кафедры

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

³Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского,
Иркутская область, п. Молодёжный, Россия

Аннотация. В современный период наблюдается устойчивый рост спроса на ветеринарную помощь. Данная тенденция обусловлена повышением уровня жизни граждан, увеличением численности домашних питомцев, а также ответственным отношением владельцев к их здоровью. В статье рассматриваются факторы, влияющие на формирование цен на платные ветеринарные услуги в Новосибирской области, анализируется структура затрат и даётся оценка динамики стоимости отдельных видов ветеринарной помощи.

Ключевые слова: ветеринарные услуги, тарифы, стоимость вызова, ценообразование, выездные услуги, государственная ветслужба

Ветеринарные услуги представляют собой особую категорию профессиональной деятельности, находящуюся на стыке медицины, сервиса и надзора. Согласно Правилам оказания платных ветеринарных услуг, утверждённым Постановлением Правительства РФ от 6 августа 1998 г. № 898, к ним относится широкий спектр мероприятий: от клинических и хирургических до экспертных и консультационных [1]. Данный нормативный акт заложил базовые принципы оказания услуг, однако конкретное ценообразование делегировано региональным и локальным учреждениям, что создаёт значительную вариативность на рынке данных видов услуг. Необходимо отметить, что действие указанных Правил не распространяется на мероприятия при ликвидации особо опасных болезней и при осуществлении государственного ветеринарного надзора, которые финансируются из бюджетных средств.

В условиях рыночной экономики ветеринарная услуга, как и любой товар, имеет стоимость, складывающуюся из совокупности затрат. К ним относятся: затраты на оплату труда специалистов, стоимость расходных материалов и лекарственных средств, амортизация оборудования, накладные расходы учреждения и, что немаловажно для Сибирских регионов, транспортные издержки. Последний фактор является определяющим для сельской местности и отдалённых хозяйств.

Существуют различные подходы к классификации ветеринарных услуг, что также отражается на структуре их стоимости. По объекту оказания их можно разделить на услуги для домашних, безнадзорных и диких животных; для продуктивных и непродуктивных видов [2]. По формату оказания выделяют стационарные и амбулаторные услуги, причём последние часто требуют выезда. С экономической точки зрения, амбулаторно-выездные услуги являются наиболее затратными из-за потери времени на логистику и невозможности одновременного обслуживания нескольких животных. По признаку собственности на животное выделяют услуги для животных с определённым владельцем и без явного владельца (мигрирующие), что влияет на порядок финансирования [3]. По направленности воздействия различают услуги, ориентированные исключительно на животных (клинические, хирургические и др.), и услуги, направленные также на защиту здоровья человека (лабораторные исследования, экспертиза продуктов, дезинфекция), что может влиять на тарифы в рамках программ ветеринарно-санитарного и санитарно-эпидемиологического благополучия [1, 2].

Значительное влияние на конечную стоимость услуги оказывает выездная форма работы. Как отмечается в исследованиях, время на проведение обработок увеличивается в 2–6 раз из-за необходимости доставки специалиста к месту содержания животных [4]. Этот временной множитель напрямую конвертируется в финансовые затраты за счёт оплаты рабочего времени сотрудника в пути. Расход топлива для служебного автомобиля УАЗ, типичного для региональной ветслужбы, составляет около 15 л на 100 км. При текущих ценах на топливо (условно 50 руб./л) стоимость 1 км пробега составляет примерно 7,5 руб., а поездка на 30 км туда и обратно обходится учреждению в 450 руб. только по статье «ГСМ». Эти затраты либо включаются в общую стоимость услуги, либо выносятся в отдельную позицию «выезд/транспортные расходы». Таким образом, учёт транспортных расходов и временных затрат является обязательным и критически важным элементом при формировании тарифов и нормировании нагрузки ветеринарных специалистов.

Анализ преискурантов государственных ветеринарных учреждений Новосибирской области позволяет выделить базовые услуги, по учёту и идентификации животных (табл. 1). Наиболее дорогостоящей операцией является чипирование (630 руб. за голову), что объясняется технологичностью процесса и необходимостью использования дорогостоящего оборудования (сканера). При этом сама услуга по внесению данных в базу (120 руб.) оценивается отдельно. Идентификация по клейму или сканированию чипа – наименее затратная услуга (65 руб.), так как требует минимум времени. Постановка бирок для КРС

дороже, чем для МРС (163 руб. против 149 руб.), что связано с большим размером животных и более сложной процедурой фиксации.

Таблица 1

**Стоимость услуг по идентификации животных в учреждениях Госветслужбы
Новосибирской области, руб.**

№ п/п	Наименование услуги	Единица измерения	Стоимость услуги	НДС (20%)	Итого к оплате
1	Установка идентификационного чипа (без стоимости чипа)	1 голова	525,00	105,00	630,00
2	Идентификация животных (сверка клейма, сканирование чипа)	1 голова	54,17	10,83	65,00
3	Внесение данных в базу при чипировании	1 голова	100,00	20,00	120,00
4	Постановка ушной бирки КРС (без стоимости бирки)	1 голова	135,83	27,17	163,00
5	Постановка ушной бирки МРС (без стоимости бирки)	1 голова	124,17	24,83	149,00

Примечание. МРС – мелкий рогатый скот; КРС – крупный рогатый скот.

В ответ на эпизоотические вызовы в преискуранты внедряются новые диагностические услуги (табл. 2). Экспресс-тесты на корона- и парвовирусы у мелких домашних животных оцениваются в 1174 руб. за исследование. Высокая цена обусловлена стоимостью тест-систем, необходимостью соблюдения строгого температурного режима при транспортировке и хранении реагентов, а также повышенными требованиями к квалификации персонала для интерпретации результатов.

Таблица 2

Стоимость новых диагностических ветеринарных услуг, руб.

№ п/п	Наименование услуги	Единица измерения	Стоимость услуги	НДС (20%)	Итого к оплате
1	Экспресс-диагностика на коронавирус у кошек	1 голова	978,33	195,67	1174,00
2	Экспресс-диагностика на парво- и коронавирус у собак	1 голова	978,33	195,67	1174,00

Стоимость выезда специалиста оплачивается отдельно и зависит от расстояния. В табл. 3 демонстрируется чёткая линейную зависимость: тариф увеличивается примерно на 17 руб. за каждые 0,5 км в ближней зоне (до 5 км), что соответствует расчёту на основе норматива времени и базовой ставки. После 5 км шаг тарификации может увеличиваться, включая компенсацию за возрастающие временные потери. Так, поездка на 25 км оценивается в 844 руб., а на 50 км – уже в 1688 руб., т.е. стоимость 1 км пробега в дальней зоне несколько снижается, что может быть связано с применением прогрессивной, но не строго пропорциональной шкалы расчёта.

Таблица 3

Тарифы на выезд ветеринарного специалиста для проведения противоэпизоотических мероприятий

Расстояние, км	Стоимость выезда, руб.	Расстояние, км	Стоимость выезда, руб.
0,5	17,00	25,5	861,00
1,0	34,00	26,0	878,00
1,5	51,00	26,5	895,00
2,0	68,00	27,0	912,00
2,5	84,00	27,5	928,00
3,0	101,00	28,0	945,00
3,5	118,00	28,5	962,00
4,0	135,00	29,0	979,00
4,5	152,00	29,5	996,00
5,0	169,00	30,0	1013,00
25,0	844,00	50,0	1688,00

Примечание. Представлены выборочные данные из полного тарифного сеттера.

Для сравнения и понимания рыночного контекста интересен анализ стоимости услуг таких как груминг (табл. 4). Цены здесь существенно выше (от 2100 до 5500 руб. с НДС) и варьируются в зависимости от породы собаки, что связано не с ветеринарными, а с эстетическими и трудоёмкими факторами: типом шерсти, сложностью стрижки, поведением животного. Этот пример наглядно показывает, как спрос, субъективная оценка услуги владельцем и затраты времени мастера формируют цену в сегменте сервисных, а не лечебных услуг.

Таблица 4

Стоимость услуг груминга (тримминг/стрижка) для различных пород собак в коммерческом салоне, руб.

№ п/п	Порода собаки	Стоимость услуги (без НДС)	Стоимость с НДС (20%)
1	Джек-рассел-терьер	1750,00	2100,00
2	Гриффон	1750,00	2100,00
3	Скотч-терьер	1833,33	2200,00
4	Вест-хайленд-уайт-терьер	1833,33	2200,00
5	Такса	1833,33	2200,00
6	Цвергшнауцер	2083,33	2500,00
7	Фокс-терьер	2083,33	2500,00
8	Вельштерьер	2250,00	2700,00
9	Ризеншнауцер	4583,33	5500,00

Выводы

1. Оказание ветеринарных услуг регламентируется договорными отношениями или законодательными требованиями, однако в основе их экономической модели лежит калькуляция прямых и накладных расходов, где транспортная составляющая для выездных услуг может быть определяющей.

2. Ключевой функцией государственной ветеринарной службы является профилактика, диагностика и ликвидация болезней животных, включая зооантропонозы. Выполнение этой функции в условиях обширной территории напрямую зависит от обоснованной тарификации выездных работ, покрывающей логистические затраты.

3. Ценообразование на ветеринарные услуги осуществляется на основе прейскурантов, разрабатываемых учреждениями в соответствии с утверждёнными правилами. Анализ действующих тарифов показывает их структурированность: выделяется базовая стоимость самой манипуляции и отдельно – стоимость выезда, рассчитываемая по прозрачной дистанционной шкале.

4. Временной фактор играет существенную роль при оказании длительных услуг, таких как диагностика или стационарное лечение. Для выездных услуг временные затраты на логистику кратно увеличивают себестоимость, что должно адекватно отражаться в прейскурантах для обеспечения финансовой устойчивости учреждений и доступности услуг для населения удалённых районов.

Список литературы

1. Минягина Н.В. Правовое регулирование ветеринарных услуг. – М., 2012. – С. 45–52.
2. Колганова О.А. Этика ветеринарного врача с основами биоэтики. – Новосибирск: НГАУ, 2008. – 75 с.
3. Никитин И.Н. Организация государственного ветеринарного надзора. – М.: Зоомедлит, 2010. – 263 с.
4. Отчёт Иркутской области за 2020 год. – 30 с.
5. Юшкова Л.Я. и др. Этика ветеринарного врача: метод. пособие. – Новосибирск: ГНУ СибНСХБ, 2014. – 314 с.
6. vetsib.ru

СТРАТЕГИЯ БОРЬБЫ С АРТРИТОМ-ЭНЦЕФАЛИТОМ КОЗ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

**Коптев В.Ю.¹, канд. вет. наук, в.н.с.,
Лихачева Н.О.², вет. врач,
Шкиль Н.А.¹, д-р вет. наук, проф.,
Балыбина Н.Ю.¹, с.н.с.**

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Ветеринарная ассоциация сельскохозяйственных специалистов, Москва, Россия
e-mail: kastrolog@mail.ru

Аннотация. Артрит-энцефалит коз (CAE) – хроническое вирусное заболевание, вызываемое лентивирусами семейства Retroviridae, относящимися к группе SRLV (лентивирусы мелкого рогатого скота). Заболевание характеризуется длительным бессимптомным вирусоносительством с последующим прогрессирующим поражением суставов, центральной нервной системы, лёгких и ткани молочных желёз. Вирус может передаваться с молозивом и молоком, при прямом контакте, через оборудование и при совместном содержании здоровых и инфицированных животных. Диагностика заболевания основана на использовании иммунологических и молекулярно-биологических методов. Анализ литературных источников показывает, что наиболее эффективные результаты по борьбе с данным заболеванием достигнуты в странах, где разработаны обязательные государственные программы, включающие комплекс профилактических, диагностических и административных мер (Норвегия, Швейцария). В странах с добровольным участием в программах оздоровления (Австралия, Новая Зеландия, Канада, Италия, Франция) при наличии практики стимулирующих механизмов и информационной поддержки также наблюдаются положительные результаты. В странах с отсутствием координированных программ (Турция, Бразилия, Иран, большинство африканских стран) уровень контроля над распространением заболевания остаётся низким, а серопревалентность – высокой.

Ключевые слова: артрит-энцефалит коз, профилактика, ветеринария, серомониторинг

Введение. Артрит-энцефалит коз (CAE) – хроническое вирусное заболевание, вызываемое лентивирусами семейства Retroviridae, относящимися к группе SRLV (лентивирусы мелкого рогатого скота), разделенной на пять генотипов А, В, С, D, Е, которые в свою очередь разделены на несколько подтипов [1-3].

Заболевание характеризуется длительным бессимптомным вирусоносительством с последующим прогрессирующим поражением суставов, центральной нервной системы, лёгких и ткани молочных желёз [4-6].

Вирус CAE может передаваться с молозивом и молоком, при прямом контакте, через оборудование и при совместном содержании здоровых коз с инфицированными животными. Также зафиксированы случаи межвидовой передачи вируса между козами и овцами [7-11].

Диагностика заболевания основана на использовании серологических методов (ELISA, AGID), а также ПЦР и секвенирования [12-14].

Ключевыми факторами риска распространения инфекции являются: отсутствие выбраковки серопозитивных животных, скученное совместное содержание зараженных и здоровых коз, совместное использование родильных помещений и отсутствие системы профилактических мероприятий.

Целью исследования является изучение стратегии борьбы с артритом-энцефалитом коз в зарубежных странах.

Материалы и методы. При написании статьи были использованы публикации в рецензируемых журналах, официальные зарубежные методические рекомендации, а также отчёты FAO, WOAH. Отбор источников производился в базах данных Web of Science, Scopus, Google Scholar, PubMed, Science Hub, Cyber Leninka и др.

Результаты исследования. Объектами исследования служили литературные источники, представленные в базах данных зарубежных издательств, а также нормативные документы, находящиеся в свободном доступе на сайтах государственных учреждений стран ближнего и дальнего зарубежья.

На основании анализа полученной информации, стратегии борьбы с АЭК в зарубежных странах, можно разбить на три группы:

1. Полное уничтожение всех животных являющихся вирусоносителями возбудителя АЭК и находившихся с ними в контакте.
2. Национальные программы добровольного участия владельцев в оздоровлении хозяйств от АЭК.
3. Отсутствие государственных программ оздоровления хозяйств от АЭК.

Группа 1. В данную группу входят страны, в которых действует жесткая государственная либо национальная программа по ликвидации АЭК.

Основными принципами данного подхода являются:

- регулярное серологическое тестирование всего поголовья коз в стране;
- уничтожение всех серопозитивных животных, независимо от наличия или отсутствия клинических признаков заболевания;
- строгий контроль перемещения коз.

Также в ряде стран отмечается наличие таких зоотехнических требований как: обязательная изоляция молодняка, выкармливание козлят заменителями молока, сертификация стад.

Данный подход наблюдается в таких странах, как Норвегия, Швейцария.

Эффективность данного подхода подтверждается тем, что за 15 лет реализации подобной программы в Норвегии доля положительных стад сократилась с 30 до 1 %. В Швейцарии данный подход позволил сократить количество зараженных стад до 10%.

Группа 2. Включает страны с добровольным участием фермеров и владельцев хозяйств в программе оздоровления и ликвидации АЭК. Основным отличием является принцип добровольности, основанный на создании благоприятной среды для ведения бизнеса для участников программы.

Основными положениями данного подхода к профилактике и ликвидации АЭК являются следующие мероприятия:

1. Идентификация животных. Все козы на фермах должны быть зарегистрированы, и их перемещение по стране должно строго отслеживаться и вноситься в национальные системы мониторинга здоровья животных.
2. Обязательное ведение справки о состоянии здоровья, которая находится в открытом доступе и хранится в течение нескольких лет.
3. Регулярное проведение диагностических обследований животных, владельцы которых зарегистрированы в программе.
4. Гигиена выращивания козлят. Сразу после окота козлёнка изолируют и содержат отдельно от козы. Для выкармливания используют пастеризованное молоко или молозиво от серонегативных коз, чтобы избежать вертикальной передачи вируса.
5. Раздельное содержание. Серонегативные и серопозитивные животные содержатся отдельно для предотвращения распространения возбудителя инфекции.
6. Тестирование. Регулярный серологический скрининг коз для выявления инфицированных животных. Благополучным по АЭК считается хозяйство, животные которого (козы старше 6 месяцев) с интервалом в шесть месяцев имели два отрицательных результата на CAEV методом ELISA.

7. Выбраковка. Серопозитивные животные с клиническими признаками заболевания подлежат выбраковке.

Данный подход успешно применяется в таких странах, как Франция, Италия, США, Канада, Китай, Австралия, Новая Зеландия и Япония. В некоторых странах, в Бразилии в частности, у владельцев коз есть больше свободы выбора, однако при наличии желания оздоровить хозяйство – государство активно оказывает помощь и поддержку.

Отдельно следует отметить Китай. В Китае нет национальной программы, занимающейся исключительно искоренением САЕ. Однако артрит-энцефалит коз входит в перечень заболеваний, подлежащих обязательной регистрации и контролю. В 2024 году в Восточном Китае было проведено исследование, по результатам которого серопозитивными оказались около 0,8 % животных

Группа 3. Страны, в которых отсутствует программа борьбы с АЭК. Включает в себя большинство стран Африканского континента, Испанию, Германию, Турцию, Иран, Ирак, Саудовскую Аравию и ряд других. Серопревалентность в данных странах составляет до 30%, при этом количество зараженных стад достигает 51% (Ливан).

Заключение. Анализ литературных источников показывает, в борьбе с артритом-энцефалитом коз наиболее эффективные результаты достигнуты в странах, где разработаны обязательные государственные программы, включающие комплекс профилактических, диагностических и административных мер. Примером такой модели являются программы Норвегии и Швейцарии.

В странах с добровольным участием в программах оздоровления (Австралия, Новая Зеландия, Канада, отдельные регионы Италии и Франции) также наблюдаются положительные результаты, особенно при наличии продуманной структуры стимулирующих механизмов и образовательной поддержки.

В странах с отсутствием координированных программ (Турция, Бразилия, Иран, большинство африканских стран) уровень контроля над распространением заболеванием остаётся низким, а серопревалентность – высокой.

Список литературы

1. Kolbasova O.L., Bepalova T.Yu., Korogodina E.V., Krasnova E.A. Artrit-encefalit koz: aktual'nye voprosy rannej diagnostiki. *Veterinariya Kubani*. 2023; (2): 23-25.
2. Gjerset B., Storset A.K., Rimstad E. Genetic diversity of small-ruminant lentiviruses: Characterization of Norwegian isolates of caprine arthritis encephalitis virus. *Journal of General Virology*. 2006; 87: 573-580.
3. Zanoni R.G. Phylogenetic analysis of small ruminant lentiviruses. *Journal of General Virology*. 1998; 79: 1951-1961.
4. Smith M.C., Sherman D.M. *Goat Medicine*. 3rd ed. Ames, Iowa: Wiley Blackwell; 2023. 899 p.
5. Pugh D.G., Baird A.N. *Sheep and Goat Medicine*. 2nd ed. St. Louis: Saunders; 2012. 620 p.
6. Matthews J. *Diseases of the Goat*. 4th ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2016. 344 p.
7. Peterhans E., Greenland T., Badiola J. et al. Routes of transmission and risk factors for small ruminant lentivirus infection. *Veterinary Research*. 2004; 35(3): 257–274.
8. Narayan O., Clements J.E. Biology and pathogenesis of lentiviruses. *Journal of General Virology*. 1989; 70(Pt 7): 1617–1639.
9. Blacklaws B.A., Berriatua E., Torsteinsdottir S. et al. Transmission of small ruminant lentiviruses and disease control. *Veterinary Microbiology*. 2004; 101(3): 199–208.
10. Shah C., Huder J.B., Boni J. et al. Direct evidence for natural transmission of small-ruminant lentiviruses of subtype A4 from goats to sheep and vice versa. *Journal of Virology*. 2004; 78(14): 7518–7522.

11. Pisoni G., Bertoni G., Puricelli M. et al. Demonstration of coinfection with and recombination by caprine arthritis-encephalitis virus and maedi-visna virus in naturally infected goats. *Journal of Virology*. 2005; 79(9): 5857–5866.
12. Mordasini F., Vogt H.R., Zahno M.L. et al. Detection of small ruminant lentivirus variants escaping antibody recognition. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 2006; 13(6): 787–793.
13. Cardinaux L., Zahno M.-L., Zaroni R. et al. Serological diagnosis of CAEV in Switzerland: difficulties due to virus heterogeneity. *Veterinary Microbiology*. 2013; 162(2–4): 248–256.
14. Germain M., Valas S., Vitu C. et al. Genetic variability of small ruminant lentiviruses: challenges for diagnosis. *Veterinary Research*. 2008; 39(5): 54.

<https://doi.org/10.26898/2026-246>
УДК 619:616.982.2:543.39

ВЛИЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ФОРМЫ ТУБЕРКУЛЕЗА НА СТРУКТУРУ ПОЧЕК

**Кособоков Е.А., канд. вет. наук,
Дудолодова Т.С., канд. биол. наук**
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: vet_nauka@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты по гисто-морфометрическим изменениям в почках морских свинок, больных легочной формой туберкулеза. В результате опыта отмечено развитие коликоэктозии на фоне гидронефроза, начальной стадии гломерулопатии выражающейся гиперклеточностью некоторых нефронов, а также нарушение кровеносного русла, характеризуется отеком стенки кровеносных, сужением просвета сосудов и образованием красных тромбов в них. Согласно полученным данным установлено, что легочная форма туберкулеза, на фоне прогрессирующей интоксикации, способна вызывать неспецифические патологические процессы в почках.

Ключевые слова: морская свинка, почки, заражение, *Mycobacterium bovis*, коликоэктозия, гидронефроз

Туберкулезная инфекция носит весьма опасный характер, не смотря на развитие новых и усовершенствование старых методов диагностики, профилактики, это заболевание полностью искоренить не удастся [1, 2]. Данная болезнь является высоко контагиозной инфекционной патологией. Туберкулез может развиваться в любом органе, но преимущественно поражает легкие. При легочной форме туберкулеза, без своевременного лечения, могут поражаться другие органы. Например, почки поражаются при легочной форме туберкулеза под действием интоксикации и не имеют специфических для туберкулеза патологий [3, 4].

В организме животных почки обеспечивают элиминацию токсических продуктов обмена веществ и метаболитов из организма. При заражении туберкулезом в организме возникает и прогрессирует интоксикация, почки подвергаются повышенной функциональной нагрузке. Формирование в организме специфических условий, создаваемых затяжным течением туберкулезного процесса, являются неблагоприятными факторами, влияющими на функциональную активность почек [5, 6].

У животных зараженных легочной формой туберкулеза возможно возникновение функциональных изменений почек, что сопутствует развитию морфологических почечных

патологий, которые способны поддерживать прогрессирование туберкулезной инфекции в легких [7, 8].

Опыт проводили в специализированном виварии ФГБНУ «Омский АНЦ». Для опыта отобрали 10 половозрелых особей морских свинок и сформировали 2 группы животных по 5 голов в каждой. Животных 1-й группы ($n = 5$) заразили суспензией *Mycobacterium bovis* штамм 14 в дозе 0,01 мг/мл. Животным 2-й группы ($n = 5$) вводили стерильный физиологический раствор в дозе 1 мл. Манипуляции проводили подкожно, во внутреннюю область бедра.

Все действия с патогенными агентами и лабораторными животными проводились согласно СанПиН 3.3686-21. Перед началом и после завершения опыта всех животных исследовали ППД-туберкулином для млекопитающих. Читку реакции осуществляли через 72 часа после введения ППД-туберкулина. До заражения, животные всех группы, прореагировали отрицательно, в конце опыта морские свинки 1-й группы прореагировала положительно, 2-й группы – отрицательно.

Животных выводили из эксперимента на 90 сутки после заражения, путем декапитации под эфирным наркозом и подвергали тотальному обескровливанию.

Для гистологического исследования извлекали почки целиком, рассекали их продольно и фиксировали в 10%-м забуференном формалине. Проводку материала осуществляли в автомате для гистологической обработки ткани STP-120 (Microm, Германия). Заливку парафиновых блоков производили на станции заливки ткани парафином ЕС 350 (Microm, Германия). Серийные срезы готовили на микротоме роторного типа HM-340E (Microm, Германия), толщиной не более 5 мкм. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, затем заключали по покровное стекло.

Цифровой материал подвергнут статистической обработке с определением средних арифметических (M) и расчетом ошибок средних арифметических (m). Значимость полученных результатов оценивали с помощью t - критерия Стьюдента. Результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Микрофотосъемку гистологических препаратов и их оцифровку проводили на микроскопе Axio-Imager A1 (Zeiss, Германия) с использованием компьютерного программного комплекса AxioVision Ver-4.8. Статистическую обработку цифровых данных осуществляли с помощью компьютерной программы «статистическая обработка».

У животных опытной группы выявлено, увеличение и геморрагичность почек, структура органа сохранена, капсула в месте входа артерии, вены и мочеточника в почку истончена.

В корковом веществе почки наблюдаются мелкие, единичные очаги кровоизлияния. Стенки кровеносных сосудов отечны, просвет сужен, сосуды кровенаполнены с образованием тромбов.

Прямые канальца и собирательные трубки хорошо дифференцируются, частично деформированы, что выражается острым расширением канальцев. В мозговом веществе почечные пирамиды имеют правильную форму, между ними отмечены незначительные разрастания соединительной ткани, хорошо дифференцируются почечные тельца и извитые канальца. Почечные сосочки входящие в малые почечные чашечки трудно дифференцируемы друг от друга.

Мозговые лучи, отходящие из мозгового вещества в корковое – расширены и хорошо выражены.

Почечные чашечки расширены в 2,8 раза. Среднее значение площади почечной чашечки $765,69 \pm 72,703$ мкм², при норме $271,34 \pm 45,247$ мкм². Так же отмечается расширение почечной лоханки в 1,4 раза. Среднее значение площади почечной лоханки $5599,09 \pm 1440,8$ мкм², при норме $3819,05 \pm 307,15$ мкм² (см. таблицу).

Показатели площади почечных чашечек и почечных лоханок у морских свинок,
зараженных *M. bovis* шт. 14 (М ± m)

Заражение	Почечная чашечка, мкм ²	Почечная лоханка, мкм ²
<i>Mycobacterium bovis</i> штамм 14	765,69 ± 72,703*	5599,09 ± 1440,8*
Интактные животные	271,34 ± 45,247	3819,05 ± 307,15

*P ≤ 0,05.

Некоторые нефроны подвержены гиперклеточности, что может свидетельствовать о развитии начальной стадии гломерулопатии, ярко выражены, вокруг них имеются незначительные пустоты по всей окружности нефрона.

Согласно результатам проведенных исследований установлено, что у морских свинок, зараженных *M. bovis* шт. 14 отмечается значительное расширение почечных чашечек в 2,8 раза из-за затруднения оттока мочи (коликоэктозия), на фоне этого расширена и почечная лоханка в 1,4 раза, из-за задержки мочи в ней (гидронефроз). Такого рода изменения в почечных структурах могут быть вызваны наличием воспалительного процесса в мочеточниках на фоне интоксикации вызванной микобактериями, что существенно снижает функциональную активность почек, ввиду чрезмерной токсической нагрузки.

Гиперклеточность в нефронах, или клубочковая гломерулопатия, может возникать в результате накопления токсических продуктов жизнедеятельности микобактерий. Также развитие клубочковой гломерулопатии возможно при наличии других патологий.

Список литературы

1. Аржаков П.В. Микроорганизмы – один из основных этиологических факторов загрязнения мяса // Ветеринарная патология. – 2009. – № 4 (31). – С. 5–8.
2. Таллер Л.А., Ощепков В.Г., Секин Е.Ю., Янченко Т.А., Слепченко А.Д. Совершенствование лабораторной диагностики туберкулёза крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. - 2011. - № 9. - С. 67-69.
3. Бажин М.А., Новиков А.Н., Шкурин В.А. Клеточные реакции у телят неблагополучных по туберкулезу ферм на введение противотуберкулезных вакцин // Инфекционная патология животных. - Омск, 2001. - С. 193-197.
4. Журов Д.О. Сравнительная характеристика гистологических и морфометрических показателей почек у отдельных представителей отряда грызуны (rodentia) // Ветеринарный журнал Беларуси. - 2022. - № 2 (17). - С. 20-23.
5. Пидченко Р.Д. Неонатальная морфология и васкуляризация органов мочеотделения свиньи домашней: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – СПб., 2023. – 23 с.
6. Савенкова О.А., Мелешков С.Ф. Морфометрические показатели органов мочеотделения у самцов морских свинок различных пород // Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики: материалы Нац. науч.-практ. онлайн-конф. - Омск, 2020. - С. 99-102.
7. Кособоков Е.А., Дудолодова Т.С. Гистологические изменения в почках при экспериментальном заражении туберкулезом // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. материалов XX Междунар. (заоч.) науч.-практ. конф. - Барнаул, 2025. - С. 135-137.
8. Кошкин И.Н., Власенко В.С., Плешакова В.И. Влияние конъюгатов антигенов БЦЖ с бетулином и бетулиновой кислотой на цитогистоархитектонику печени морских свинок при экспериментальном туберкулезе // Вестник КрасГАУ. - 2023. - № 9 (198). - С. 104-110.

ВЛИЯНИЕ ТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ НА КРОВЕНОСНУЮ СИСТЕМУ ПОЧЕК

Кособоков Е.А., канд. вет. наук,
Дудолодова Т.С., канд. биол. наук
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: vet_nauka@mail.ru

Аннотация. В результате проведенного опыта у морских свинок, зараженных *Mycobacterium bovis* штамм 14, отмечается значительный отек и утолщение сосудистой стенки, в 2,1 раза, сосудистый просвет сужен в 2 раза, с образованием тромбов, ввиду нарушения функциональной активности кровотока и накопления продуктов интоксикации в тканях почек. Соотношение данных показателей выражено индексом Керногана (ИК). ИК зараженных животных увеличен в 4,6 раза чем у интактных, что подтверждает наличие воспалительного процесса в почках, который сопровождается отеком кровеносных структур. Патологические изменения данного характера воздействуют на пропускную способность кровяного русла и функциональную активность почек, а так же способствуют развитию неспецифических изменений в тканях органа.

Ключевые слова: морская свинка, почки, заражение, *Mycobacterium bovis*, патология, индекс Керногана

Туберкулезная инфекция является высоко контагиозной инфекционной патологией, ввиду этого является одним из наиболее опасных заболеваний. Недостаток развития новых методов диагностики и профилактики, в приграничных с Россией странах, способен провоцировать возникновение очагов инфекции, которые представляют опасность для животноводческих хозяйств на территории Российской Федерации [1, 2].

Данная болезнь способна поражать все половозрастные группы животных. Несмотря на то, что туберкулез развивается преимущественно в легочной форме, при затяжном процессе инфекция способна поражать большинство органов, в том числе почки [3, 4].

Туберкулез почек является самостоятельным заболеванием и может вызывать специфические изменения в тканях, в виде туберкулезных гранул. Но при интенсивном развитии, ведущим фактором в поражении почечной ткани является интоксикация вызываемая токсинами микобактерий, в данном случае патогенные изменения не будут специфическими [5, 6].

Почки являются важнейшим органом мочевыделительной системы, так как обеспечивают вывод токсинов и метаболитов из организма. Сбой функциональной активности почек на фоне нарушения кровоснабжения, способен провоцировать накопление токсинов в организме, что в свою очередь может усиливать интенсивность развития инфекционных патологий в почках. Соотношение показателей изменение размера и структуры стенок кровеносных сосудов, а также уменьшение внутреннего диаметра сосудистых просветов, называется индексом Керногана (ИК) [7, 8].

Увеличение или уменьшение (ИК) свидетельствует о нарушении кровяного русла, что влияет не только на функциональную активность почек, развитие патогенных изменений в почечной ткани, но и на организм животного в целом.

Опыт проводили в специализированном виварии ФГБНУ «Омский АНЦ». Для опыта отобрали 10 половозрелых особей морских свинок и сформировали 2 группы животных по 5 голов в каждой. Животных 1-й группы (n = 5) заразили суспензией *Mycobacterium bovis* штамм 14 в дозе 0,01 мг/мл. Животным 2-й группы (n = 5) вводили стерильный

физиологический раствор в дозе 1 мл. Манипуляции проводили подкожно, во внутреннюю область бедра.

Все действия с патогенными агентами и лабораторными животными проводились согласно СанПиН 3.3686-21. Перед началом и после завершения опыта всех животных исследовали ППД-туберкулином для млекопитающих. Читку реакции осуществляли через 72 часа после введения ППД-туберкулина. До заражения, животные всех группы, прореагировали отрицательно, в конце опыта морские свинки 1-й группы прореагировала положительно, а 2-й группы – отрицательно.

Животных выводили из эксперимента на 60-е сутки после заражения, путем декапитации под эфирным наркозом и подвергали тотальному обескровливанию.

Для гистологического исследования извлекали почки целиком, рассекали их продольно и фиксировали в 10% забуференном формалине. Проводку материала осуществляли в автомате для гистологической обработки ткани STP-120 (Microm, Германия). Заливку парафиновых блоков производили на станции заливки ткани парафином ЕС 350 (Microm, Германия). Серийные срезы готовили на микротоме роторного типа HM-340E (Microm, Германия), толщиной не более 5 мкм. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, затем заключали по покровное стекло.

Микрофотосъемку гистологических препаратов и их оцифровку проводили на микроскопе Axio-Imager A1 (Zeiss, Германия) с использованием компьютерного программного комплекса AxioVision Ver-4.8. Производили замеры толщины стенки и внутренних диаметров кровеносных сосудов (мкм). Разность толщины стенки и внутренних диаметров кровеносных сосудов именуется индексом Керногана (ИК):

$$ИК = (2 \cdot L) / D,$$

где L – толщина стенки кровеносных сосудов;

D – внутренний диаметр кровеносных сосудов.

Полученные цифровые данные обрабатывались статистической программой с определением средних арифметических значений (M) и расчетом средних арифметических ошибок (m). Значимость результатов оценивали по t-критерию Стьюдента. Результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

У животных опытной группы почки увеличены, темно бардового цвета, поверхность органа гиперемирована, с разлитыми кровоизлияниями под капсулой. Капсула от паренхимы отделяется легко.

При гистологическом исследовании установлено, что строение почки сохранено. Капсула в месте входа артерии, вены и мочеточника в почку подвергается значительному истончению и напряжению, ввиду увеличения органа.

Мозговые лучи, отходящие от мозгового вещества в корковое – расширены с соединительнотканными прорастаниями, что свидетельствует о начальной стадии перерождения структуры почки, их границы размыты. В почечных пирамидах сосочки трудно дифференцируются, не имеют четких очертаний.

Прямые канальца и собирательные трубки хорошо дифференцируются и подвергнуты деформации, в виде острого расширения. В нефронах окруженных пустотами, по всему диаметру развита гиперклеточность. Почечные чашечки, как и почечная лоханка остро расширены, стенки чашечек и лоханки отечны.

У опытной группы определен стеноз кровеносных сосудов с образованием смешанных тромбов. Отмечается деформация сосудистой стенки с ярко выраженным отеком. Слои сосудистой стенки не дифференцируются.

Среднее значение толщины стенки кровеносных сосудов почек у зараженных животных составляет $34,91 \pm 13,122$ мкм, а в контрольной группе $16,22 \pm 7,312$ мкм. Среднее значение диаметра сосудистого просвета у опытных животных – $70,14 \pm 31,2$ мкм, при норме (у контрольных животных) – $145,08 \pm 61,17$ мкм (см. таблицу).

Среднее значение размеров диаметра и стенок кровеносных сосудов и индекса Керногана в почках

Заражение	Толщина стенки центральной артерии, мкм	Внутренний диаметр центральной артерии, мкм	ИК
<i>Mycobacterium bovis</i> , штамм 14	34,91 ± 13,122*	70,14 ± 31,2*	1,02
Интактные животные	16,22 ± 7,312	145,08 ± 61,17	0,22

*P ≤ 0,05.

Индекс Керногана у зараженных животных составляет 1,02, что на 0,80 выше, чем у интактных. Увеличение индекса Керногана свидетельствует о снижении пропускной способности кровеносного русла. Это является патологическим нарушением функциональной активности почек, что в свою очередь провоцирует необратимые изменения в почечной ткани.

Согласно результатам проведенных исследований, установлено, что у морских свинок, зараженных *M. bovis* шт. 14 отмечается значительный отек и утолщение сосудистой стенки, в 2,1 раза, ввиду нарушения функциональной активности кровотока и накопления продуктов интоксикации в тканях почек. На фоне этого, сосудистый просвет сужен в 2 раза, с образованием тромбов. ИК зараженных животных увеличен в 4,6 раза, чем у интактных, что подтверждает наличие воспалительного процесса в почках, который сопровождается отеком и утолщением стенки кровеносных сосудов, а так же сужением сосудистого просвета. Наличие продуктивного воспаления в тканях почек на фоне интоксикации вызванной микобактериями, существенно блокирует кровоток, ввиду этого токсическая нагрузка увеличивается. Такие изменения оказывают непосредственное, патогенное влияние, на всю структуру почек. Что выражается, гиперклеточностью нефронов, отеком стенки почечной лоханки и почечных чашечек, отеком почечных структур, выраженного отсутствием тканевой текстуры и сложностью дифференциации почечных объектов. Также из-за нарушения кровотока, продукты интоксикации не покидают почечную ткань, а усиленно накапливаются в ней, что провоцирует интенсивное развитие патогенных изменений в тканях.

Список литературы

1. Аржаков П.В. Микроорганизмы – один из основных этиологических факторов загрязнения мяса // Ветеринарная патология. – 2009. – № 4 (31). – С. 5–8.
2. Янченко Т.А. Усовершенствование лабораторной диагностики туберкулеза крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Новосибирск, 2011.
3. Бажин М.А., Новиков А.Н., Шкурин В.А. Клеточные реакции у телят неблагополучных по туберкулезу ферм на введение противотуберкулезных вакцин // Инфекционная патология животных. - Омск, 2001. - С. 193-197.
4. Журов Д.О. Сравнительная характеристика гистологических и морфометрических показателей почек у отдельных представителей отряда грызуны (rodentia) // Ветеринарный журнал Беларуси. - 2022. - № 2 (17). - С. 20-23.
5. Кошкин И.Н., Власенко В.С., Плешакова В.И. Влияние конъюгатов антигенов бцж с бетулином и бетулиновой кислотой на цитогистоархитектонику печени морских свинок при экспериментальном туберкулезе // Вестник КрасГАУ. - 2023. - № 9 (198). - С. 104-110.
6. Пидченко Р.Д. Неонатальная морфология и васкуляризация органов мочеотделения свиньи домашней: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – СПб., 2023. – 23 с.
7. Савенкова О.А., Мелешков С.Ф. Морфометрические показатели органов мочевого выделения у самцов морских свинок различных пород // Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики: материалы Нац. науч.-практ. онлайн-конф. - Омск, 2020. - С. 99-102.

8. Таллер Л.А., Ощепков В.Г., Секин Е.Ю., Янченко Т.А., Слепченко А.Д.
Совершенствование лабораторной диагностики туберкулёза крупного рогатого скота
// Достижения науки и техники АПК. - 2011. - № 9. - С. 67-69.

<https://doi.org/10.26898/2026-248>
УДК 619:616.98:578.833.3-07:636.22/.28(571.1/.5)

ВЫЯВЛЕНИЕ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИРУСА ВИРУСНОЙ ДИАРЕИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ТРЕТЬЕГО ВИДА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ МОЛОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

**Котенева С.В., канд. вет. наук,
Нефедченко А.В., д-р вет. наук, доцент,
Глотова Т.И., д-р биол. наук, проф.,
Глотов А.Г., д-р вет. наук, проф., чл.-кор. РАН**
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: koteneva-sv@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения циркуляции вируса вирусной диареи-болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота третьего вида (BVDV3) в животноводческих хозяйствах молочного направления, расположенных на территории Сибири при помощи мультиплексной полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридационно-флуоресцентной детекцией продуктов амплификации, а также нуклеотидного секвенирования выявленных изолятов вируса. В шести молочных хозяйствах Новосибирской области и Алтайского края была установлена этиологическая роль BVDV3 в возникновении и распространении острой инфекции среди телят. Установлен источник инфекции, которым являлась живая вирусная вакцина, контаминированная BVDV3, использовавшаяся в данных хозяйствах для проведения плановых профилактических мероприятий.

Ключевые слова: вирусная диарея – болезнь слизистых оболочек крупного рогатого скота, BVDV3, эмбриональная сыворотка, контаминация, вакцины

Введение. Вирусная диарея – болезнь слизистых оболочек крупного рогатого скота (ВД-БС КРС) является актуальной проблемой ветеринарной медицины, имеет широкую распространенность во всем мире и приводит к существенным экономическим потерям в животноводстве. Возбудителями ВД-БС КРС являются представители трех антигенно и генетически отличающихся видов вирусов семейства *Flaviviridae*, рода *Pestivirus* - BVDV1 (*Pestivirus bovis*), BVDV2 (*Pestivirus tauri*) и BVDV3 (*Pestivirus brasilense*). BVDV1 в настоящее время включает 23 субтипа (1a – 1w), BVDV2 – 5 субтипов (2a – 2e) и BVDV3 – 5 субтипов (3a – 3e) [1-4].

BVDV1 и BVDV2 циркулируют во многих странах мира. BVDV3 впервые обнаружен и охарактеризован в 2004 году в коммерческой эмбриональной сыворотке КРС, полученной в Бразилии. Ранее, в 1996 г., вирус был выявлен в образцах сыворотки крови, отобранных у бразильских водяных буйволов во время вспышки заболевания, что свидетельствует о длительной циркуляции вируса в этой стране. BVDV3 выявляли в основном в пробах биологического материала от КРС из Южной Америки и Юго-Восточной Азии [4]. Позднее, в 2011 г., BVDV3 был выявлен во время вспышки на юге Италии [5].

Заболевание, вызываемое BVDV3, имеет широкий спектр клинических проявлений – респираторные, кишечные, репродуктивные патологии. Ключевой характеристикой

пестивирусов жвачных животных является способность вызывать иммунотолерантность, в результате чего персистентно инфицированные (ПИ) животные постоянно выделяют вирус на протяжении всей своей жизни и являются основным источником инфекции в стадах [1]. Нецитопатогенные биотипы пестивирусов способны индуцировать персистентную инфекцию в клеточных культурах, используемых в биологической промышленности и лабораторной практике, и являться контаминантами различных биологических препаратов. Поэтому не исключено, что источником вируса в стадах могут являться живые вакцины, изготовленные с использованием культур клеток, выращенных с использованием контаминированной ими эмбриональной сыворотки крови [6].

Цель работы – установление этиологической роли BVDV3 в возникновении вспышки инфекции на молочных комплексах Сибири и его филогенетический анализ.

Материалы и методы. Работа выполнена в лаборатории биотехнологии-диагностический центр ИЭВСиДВ СФНЦА РАН в период с 2021 по 2025 г. Исследовали пробы биологического материала от павших и вынужденно убитых телят с поражениями органов дыхания и пищеварения, абортированных плодов, поступивших из молочных хозяйств различных областей Сибирского федерального округа.

При проведении диагностических исследований проводили дифференциацию вирусов инфекционного ринотрахеита (ИРТ), вирусной диареи-болезни слизистых оболочек трех видов (BVDV1, BVDV2, BVDV3), респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ), коронавирусной инфекции (КВИ), парагриппа-3 (ПГ-3), герпеса 4-го типа (ВГ-4) крупного рогатого скота при помощи мультиплексной ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов амплификации, разработанный нами [7]. Анализ результатов проводили с помощью программного обеспечения, входящего в комплект амплификатора CFX 96 (BIO-RAD, США).

Реакцию секвенирования по обеим цепям ДНК проводили с использованием набора BigDye 3.1 (AppliedBiosystems, США) в соответствии с указаниями фирмы производителя в программируемом термостате GeneAmp PCR-system 6700. Полученные нуклеотидные последовательности анализировали при помощи пакета программ BioEdit 7.0.0 и Lasergene 7.1.0. Филогенетическую дендрограмму строили, используя метод ближайшего соседа в программе MEGA 7.0. Топологию ветвей дендрограммы подтверждали бутстреп анализом (1000 шагов репликации) [8]. Нуклеотидные последовательности синтезируемых фрагментов анализировали методами выравнивания с опубликованными в GenBank последовательностями других штаммов вирусов с помощью программы ClustalW [9].

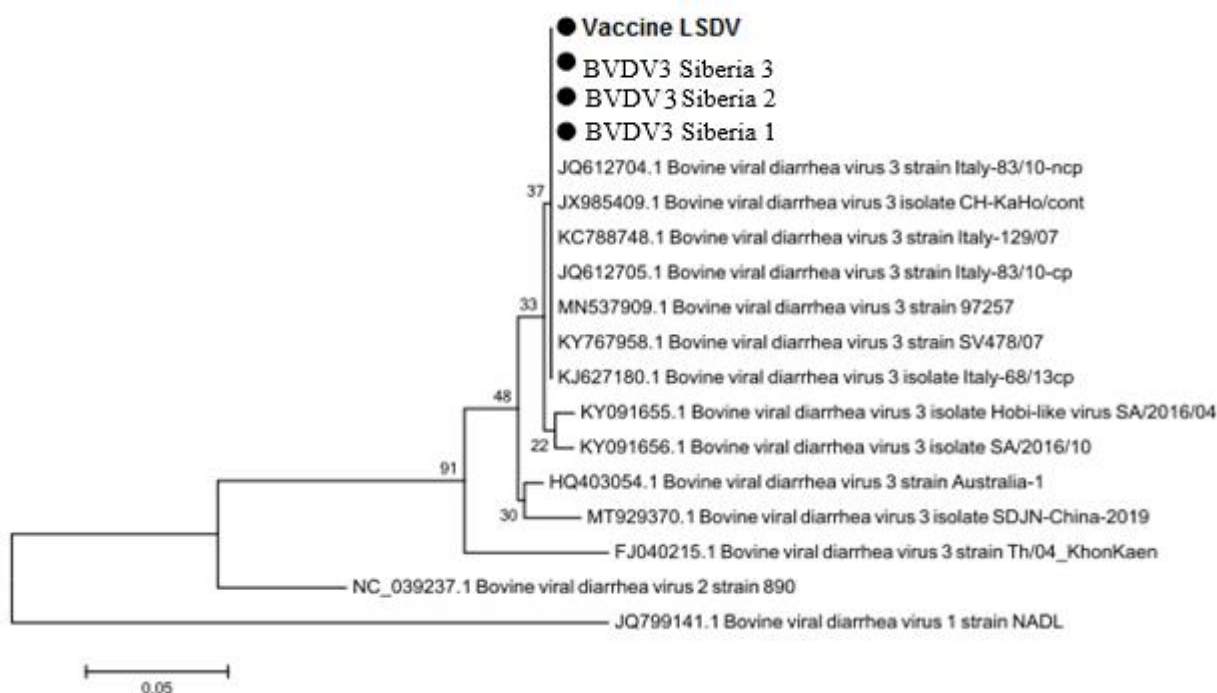
Результаты исследования и обсуждение. BVDV3 был выявлен во время вспышек инфекции среди телят и коров в шести молочных хозяйствах, расположенных в не граничащих между собой районах Новосибирской области и Алтайского края. Клинические признаки болезни имели различную интенсивность в разных хозяйствах и проявлялись респираторным синдромом, диареей, абортами. В одном из хозяйств течение болезни осложнялось вирусом герпеса 4-го типа и бактериями семейства Pasteurellaceae.

Геном BVDV3 выявляли в лимфоидных органах (селезенка, лимфатические узлы), что подтверждает их роль в репликации вируса, а также в слизистой носа и трахеи, легких, что является прямым доказательством участия вируса в развитии комплекса респираторных заболеваний крупного рогатого скота, в крови, кишечнике телят и абортированных плодов.

Во всех хозяйствах, где была установлена ВД-БС КРС, вызванная BVDV3, вспышке инфекции предшествовало проведение вакцинации животных живой вакциной против нодулярного дерматита (НД). При этом только в одном хозяйстве методом ПЦР подтверждено сочетанное течение ВД-БС и НД, а в остальных геном вируса НД и клинические признаки его не были обнаружены. Позднее методом ПЦР была установлена контаминация BVDV3 живых вакцин против нодулярного дерматита, используемых в этих хозяйствах.

По прошествии двух лет после первой вспышки BVDV3 инфекции в двух из шести хозяйств произошел всплеск заболеваемости среди телят в возрасте от одного до трех месяцев, сопровождаемый в основном диареей. В лимфоидных органах и кишечнике павших телят был выявлен BVDV3, а из селезенки, печени и брыжеечных лимфатических узлов была выделена высокопатогенная бактерия *Salmonella dublin*. Учитывая, что ввода новых животных в хозяйства не было установлено, можно предположить, что в стаде происходила непрерывная циркуляция вируса, а его иммуносупрессивное действие способствовало активизации вторичной бактериальной инфекции.

Секвенирование и филогенетический анализ 5'UTR последовательности фрагментов генома изолятов вируса, выделенных от животных из обследованных хозяйств, подтвердил их принадлежность к BVDV3 бразильско-итальянской группы, субтипу 3a (см. рисунок). Результаты показали также идентичность последовательностей вируса, выявленного во всех исследованных сериях вакцины против нодулярного дерматита крупного рогатого скота.



Филогенетическое дерево, построенное на основе нуклеотидной последовательности области генома 5'UTR BVDV-3. Матрица генетических расстояний рассчитана методом максимальной эволюции; указаны индексы статистической поддержки узлов, бутстреп-тест рассчитан для 1000 реплик

Ранее нами была выявлена контаминация импортной эмбриональной сыворотки вирусом BVDV3a [10].

Заключение. В своем исследовании мы выявили острую инфекцию, вызванную BVDV3, в шести животноводческих комплексах молочного направления, расположенных на территории Сибирского федерального округа. Источником инфекции явилась контаминированная живая вакцина, которую использовали в данных хозяйствах с профилактической целью. В настоящее время в Российской Федерации, как и в других странах мира, не существует вакцин против BVDV3. Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что использование контаминированных биологических препаратов для профилактики и лечения животных представляет серьезную опасность и риск распространения вирусных инфекций. Так как существует возможная контаминация эмбриональных сывороток пестивирусами, производители и диагностические лаборатории должны осуществлять тщательный мониторинг их распространения, который должен быть включен в систему контроля за стандартами биологических препаратов. Кроме того, необходимо учитывать высокую генетическую изменчивость пестивирусов, проводить

совершенствование диагностических методов, используемых для их обнаружения в биологических препаратах, тестировать и корректировать на предмет их способности обнаруживать новые варианты вируса.

Список литературы

1. Глотов А.Г., Глотова Т.И., Нефедченко А.В., Котенева С.В. Генетический полиморфизм и распространение пестивирусов (Flaviviridae: Pestivirus) крупного рогатого скота в мире и в Российской Федерации // Вопросы вирусологии. – 2022. – Т. 67. – № 1. – С. 18-26. DOI: 10.36233/0507-4088-96.
2. De Oliveira P.S.B., Silva Júnior J.V.J., Weiblen R. et al. A New (Old) Bovine Viral Diarrhea Virus 2 Subtype: BVDV-2e // Archives of Virology. – 2022. – Vol. 167. – P. 2545–2553. DOI: 10.1007/s00705-022-05565-w.
3. Kalaiyarasu S., Mishra N., Jayalakshmi K. et al. Molecular Characterization of Recent HoBi-like Pestivirus Isolates from Cattle Showing Mucosal Disease-like Signs in India Reveals Emergence of a Novel Genetic Lineage // Transboundary and Emerging Diseases. – 2022. – Vol. 69. – P. 308–326. DOI: 10.1111/tbed.13981.
4. Baumbach L.F., Mósen A.C.S., Alves R.S. et al. HoBi-like Pestivirus Is Highly Prevalent in Cattle Herds in the Amazon Region (Northern Brazil) // Viruses. – 2023. – Vol. 15. – No. 2. – P. 453. DOI: 10.3390/v15020453.
5. Decaro N., Lucente M.S., Mari V. et al. Atypical Pestivirus and Severe Respiratory Disease in Calves, Europe // Emerging Infectious Diseases. – 2011. Vol. 17. – P. 1549–1552. DOI: 10.3201/eid1708.101447.
6. Chen M., Liu M., Liu S., Shang Y. HoBi-like pestivirus infection leads to bovine death and severe respiratory disease in China // Transboundary and Emerging Diseases. – 2021. – Vol. 68. – No. 3. – P. 1069–1074. DOI: 10.1111/tbed.13832.
7. Патент № 2798286 С1 Российская Федерация, МПК С12Q 1/68, А61К 31/00. Способ выявления возбудителей респираторных инфекций крупного рогатого скота: BPIV, BRSV, BHV-1, BHV-4, BCoV, BVDV-1, BVDV-2, BVDV-3 на основе мультиплексной полимеразной цепной реакции (ПЦР) / Глотов А.Г., Нефедченко А.В., Глотова Т.И. и др.; № 2022114969; заявл. 01.06.22; опубл. 21.06.23; Бюл. № 18.
8. Kumar S., Stecher G., Tamura K. MEGA 7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets // Molecular Biology and Evolution. – 2016. – Vol. 33. – P. 1870-1874. DOI: 10.1093/molbev/msw054.
9. Felsenstein J. Phylogenies and the Comparative Method // The American Naturalist. – 1985. – Vol. 125. – No. 1. – P. 1 – 15.
10. Глотов А.Г., Котенева С.В., Глотова Т.И. и др. Идентификация атипичного пестивируса крупного рогатого скота в биологических образцах // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 6. – С. 1259–1264. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1259rus.

ОТРАБОТКА ДОЗИРОВКИ ОПЫТНОГО ИММУНОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «АНТИПЕСТИВИР» НА ТЕЛЯТАХ

Красочко П.А., д-р вет. наук, д-р биол. наук, проф.,

Красочко И.А., д-р вет. наук, проф.,

Корочкин Р.Б., канд. вет. наук, доцент,

Черноков А.И., магистр вет. наук, аспирант

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,

Витебск, Республика Беларусь

e-mail: krasochko@gmail.com

Аннотация. Особую актуальность представляет персистентные формы вируса диареи, которые устанавливают долговременную, чаще пожизненную инфекцию. Белорусскими учеными разрабатывается иммунотерапевтический препарат «Антипестивир» с предполагаемой лечебной эффективностью против персистирующих форм вируса диареи. В статье представлены результаты изучения лечебно-профилактической эффективности данного препарата, а также определена его оптимальная доза для телят.

Ключевые слова: вирус диареи крупного рогатого скота, Антипестивир, персистенция, телята, эффективность

Введение. Вирусная диарея КРС – остро протекающая контагиозная болезнь преимущественно телят, характеризующаяся лихорадкой, поражением пищеварительного тракта, профузной диареей с примесью крови, конъюнктивитом, а у стельных коров – абортами. Возбудителем болезни является пестивирус BVDV (*Bovine viral diarrhea virus*), относящийся к роду *Pestivirus* из семейства *Flaviviridae*. Инфекция широко распространена по миру, включая Республику Беларусь [1].

Вирус диареи способен устанавливать с организмом крупного рогатого скота две модели развития инфекции: транзиторная и персистентная. Первая модель развивается на фоне постнатальной инфекции организма в любом возрасте, чаще в ранний период. Обычно такая инфекция заканчивается для животного благополучно с формированием иммунитета и относительной устойчивостью к последующим реинфекциям.

Однако большую актуальность представляет персистентная инфекция вирусом BVDV, которая развивается в результате инфицирования в ранний эмбриональный период до активного органогенеза плода (чаще всего в первом триместре стельности). После рождения такого теленка персистентная пестивирусная инфекция сопровождается постоянным присутствием в организме животного полноценного вирусного агента с его малоактивной репликацией на фоне состояния иммунологической толерантности [2]. Такие телята называются персистентно-инфицированными (ПИ-животные).

На базе научно-исследовательской лаборатории кафедры микробиологии БГУ был разработан рекомбинантный штамм *E.coli* DL21-Cold (DE3) pDABD-2, в геном которого включен генетический материал вируса диареи. На основании этого штамма кишечной палочки разработан иммунотерапевтический ветеринарный препарат «Антипестивир», который, предположительно, должен проявлять высокую специфическую активность, в особенности против персистирующих форм пестивируса. В его состав также включен рекомбинантный альфа- и гамма- бычий интерферон и набор витаминов.

Цель исследования – определение оптимальной лечебно-профилактической дозы иммунотерапевтического препарата «Антипестивир» на целевых животных и оценка его эффективности.

Материалы и методы исследования. Исследования на телятах проводили на базе АПК «Яновичи» ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» Витебского района Витебской области. Для проведения исследований в хозяйстве были сформированы 4 группы животных (включая 3 опытные и 1 контрольную) по 6 голов в группе.

Для определения оптимальной лечебно-профилактической дозы препарата «Антипестивир» исследования проводили на новорожденных телятах возрастом 1–5 дней по следующим схемам. Новорожденным телятам опытной группы 1 вводили внутримышечно 5,0 мл иммунотерапевтического препарата «Антипестивир», состоящего из рекомбинантного белка рDABD-2 в концентрации 2,5 мкг/мл, смеси рекомбинантных альфа- и гамма-интерферона с противовирусной активностью не менее $1,0 \times 10^4$ МЕ/мл, а также витаминов Е и С. Новорожденным телятам опытной группы 2 вводили внутримышечно такой же объем иммунотерапевтического препарата «Антипестивир», состоящего из рекомбинантного белка рDABD-2 в концентрации 5,0 мкг/мл. Телятам опытной группы 3 вводили внутримышечно препарат «Антипестивир», включающий рекомбинантный белок рDABD-2 в концентрации 7,5 мкг/мл. Телятам группы 4 (контроль) вводили внутримышечно 5,0 мл стерильного изотонического раствора натрия хлорида. Препарат вводили внутримышечно на 1, 3 и 5-й дни после рождения.

Установку оптимальной лечебно-профилактической дозы препарата проводили путем оценки эффективности принятых в хозяйствах лечебно-профилактических мер при патологии у телят (пневмоэнтериты). Параметрами оценки эффективности служили: количество больных (включая павших) голов, а также длительность заболевания (в днях), определяемого по результатам клинического исследования.

Результаты исследования. При проведении исследований были получены следующие результаты. В табл. 1–3 приведены результаты клинического статуса животных опытных групп при включении в схему их лечения препарата «Антипестивир» с различными концентрациями рекомбинантного белка рDABD-2 (2,5; 5,0 и 7,5 мкг/мл). В табл. 4 приведена сохранность телят на фоне принятой схемы лечения пневмоэнтеритов, но без включения в ее состав препарата «Антипестивир».

Анализ полученных результатов позволил доказать положительное воздействие препарата «Антипестивир» на телят с пневмоэнтеритами, поскольку эффективность лечебно-профилактических мероприятий, определяемая по соотношению количества дней, приходившихся на дни болезни и клинической нормы у животных, повышается путем включения в их структуру препарата «Антипестивир».

В частности, в случае применения иммунотерапевтического препарата «Антипестивир» с концентрацией белка 5,0–7,5 мкг/мл эффективность лечебно-профилактических мероприятий достигала одинаковой величины – 63,3%, в то время как у контрольных телят аналогичный показатель составлял 23,3%. При использовании иммунотерапевтического препарата «Антипестивир» с концентрацией белка 2,5 мкг/мл лечебно-профилактическая эффективность достигала чуть меньшего значения (36,7%), но все равно находилась выше такового при стандартной схеме лечения телят с пневмоэнтеритами (23,3%). Дополнительно следует отметить, что случаев падежа во всех группах животных не отмечено.

Таблица 1

**Клинический статус телят после обработки иммунотерапевтическим препаратом «Антипестивир»
(концентрация белка 2,5 мкг/мл)**

День опыта	Дата начала обработки, номер животного					
	23.08.2025	25.08.2025	25.08.2025	25.08.2025	25.08.2025	27.08.2025
	№ 165494	№ 165634	№ 384251	№ 384233	№ 384181	№ 390331
1-й (1-е введение препарата)	понос	понос	норма	норма	норма	норма
2-й	понос	понос	понос	понос, отказ от выпойки	норма	понос
3-й (2-е введение препарата)	понос	норма	норма	понос	понос	понос
4-й	понос, отказ от выпойки	норма	понос	норма	норма	понос
5-й (3-е введение препарата)	понос, отказ от выпойки	понос	понос	норма	норма	понос
6-й	понос	понос	понос	отказ от выпойки	норма	норма
7-й	понос	понос	понос	понос	норма	норма
8-й	понос	норма	понос	понос	норма	понос
9-й	понос	норма	понос	понос	понос	понос с кровью
10-й	норма	норма	норма	понос	понос	понос
Норма/болезнь	1/9	5/5	3/7	3/7	7/3	3/7
Количество дней (процент)	зд. 22 (36,7%)			бол. 38 (63,3%)		

Примечание. В табл. 1–4: зд. – здоровый; бол. – больной.

Таблица 2

**Клинический статус телят после обработки иммунотерапевтическим препаратом «Антипестивир»
(концентрация белка 5,0 мкг/мл)**

День опыта	Дата начала обработки, номер животного					
	21.08.2025	21.08.2025	21.08.2025	30.08.2025	30.08.2025	02.09.2025
	№ 381139	№ 380981	№ 384206	№ 179383641	№ 179383571	№ 179383623
1-й (1-е введение препарата)	понос	норма	норма	понос	понос	понос
2-й	норма	норма	норма	понос	понос	понос
3-й (2-е введение препарата)	норма	норма	норма	норма	понос	понос
4-й	норма	норма	норма	норма	понос	норма
5-й (3-е введение препарата)	норма	норма	норма	норма	понос	норма
6-й	понос, отказ от выпойки	норма	норма	норма	понос	норма
7-й	понос	понос, отказ от выпойки	норма	норма	норма	норма
8-й	понос, отказ от выпойки	понос	норма	норма	норма	норма
9-й	понос	понос	понос	норма	норма	норма
10-й	понос с кровью	понос	норма	норма	норма	норма
Норма/болезнь	4/6	6/4	9/1	8/2	4/6	7/3
Количество дней (процент)	зд. 38 (63,3%)			бол. 22 (36,7%)		

Таблица 3

**Клинический статус телят после обработки иммунотерапевтическим препаратом «Антипестивир»
 (концентрация белка 7,5 мкг/мл)**

День опыта	Дата начала обработки, номер животного					
	27.08.2025	27.08.2025	29.08.2025	29.08.2025	29.08.2025	29.08.2025
	№ 390313	№ 380839	№ 390359	№ 390456	№ 383669	№ 383173
1-й (1-е введение препарата)	норма	норма	понос	норма	норма	норма
2-й	норма	норма	норма	норма	норма	понос
3-й (2-е введение препарата)	норма	понос		норма	норма	понос
4-й	норма	понос	норма	норма	норма	понос
5-й (3-е введение препарата)	норма	понос	понос	норма	понос	понос
6-й	норма	норма	норма	понос	понос	понос
7-й	норма	норма	понос	понос	понос	норма
8-й	норма	норма	понос	понос	понос	норма
9-й	понос	норма	понос	норма	норма	норма
10-й	норма	норма	норма	норма	норма	норма
Норма/болезнь	9/1	7/3	4/6	7/3	6/4	5/5
Количество дней (процент)	зд. 38 (63,3%)			бол. 22 (36,7%)		

Таблица 4

Клинический статус контрольной группы телят после обработки изотоническим раствором

День опыта	Дата начала обработки, номер животного					
	27.08.2025	27.08.2025	29.08.2025	29.08.2025	29.08.2025	29.08.2025
	№ 390313	№ 380839	№ 390359	№ 390456	№ 383669	№ 383173
1-й (1-е введение препарата)	понос	норма	норма	понос	норма	норма
2-й	понос	понос	норма	понос	понос	понос
3-й (2-е введение препарата)	понос	понос	понос	понос	понос	понос
4-й	понос	понос	понос	понос	понос	понос
5-й (3-е введение препарата)	понос	понос	понос	понос	понос	норма
6-й	норма	понос	понос	понос	понос	понос
7-й	норма	понос	понос	понос	понос	понос
8-й	норма	норма	понос	понос	понос	понос
9-й	понос	норма	понос	понос	понос	понос
10-й	норма	норма	норма	понос	понос	понос
Норма/болезнь	4/6	4/6	3/7	0/10	1/9	2/8
Количество дней (процент)	зд. 14 (23,3%)			бол. 46 (76,7%)		

Заключение. Проведенные исследования на телятах позволили заключить, что применение препарата «Антипестивир» на телятах при трехкратном введении препарата на 1, 3 и 5-й дни опыта имеет очевидный положительный терапевтический эффект, а оптимальной дозой препарата «Антипестивир» можно считать концентрацию белка в препарате 5,0 мкг/мл, поскольку ее увеличение не приводит к повышению лечебно-профилактического эффекта.

По итогам проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Ветеринарный иммунотерапевтический препарат «Антипестивир» обладает выраженным лечебно-профилактическим действием при применении в отношении новорожденных телят с пневмоэнтеритами.
2. Оптимальной концентрацией рекомбинантного белка рDABD-2 в препарате «Антипестивир» можно считать 5,0 мкг/мл.
3. Считаем возможным добиться еще большего повышения эффективности препарата «Антипестивир» на телятах с пневмоэнтеритами путем увеличения кратности его введения.

Список литературы

1. Дубаневич О.В., Тяпша Ю.А. Выявление и генетическое типирование (по региону 5-UTR) вирусов диареи КРС, циркулирующих на территории Республики Беларусь // Эпизоотология, иммунология, фармакология и санитария. – 2021. - № 2. – С. 7–11.
2. Baker J.C. The clinical manifestations of bovine viral diarrhoea infection // Veterinary Clinical North American Food Animal Practice. – 1995. – Vol. 11 (3). – P. 425–446.
3. Гончаров С.В., Царенок А.А., Севрюк И.З., Красочко В.П. Этиологическая структура возбудителей инфекционных пневмоэнтеритов телят в животноводческих хозяйствах Беларуси // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 27–28 марта 2025 г. – Брянск, 2025. – С. 70-75.
4. Красочко П.А., Крюкова К.А. Использование рекомбинантных интерферонов в ветеринарной медицине // Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии, микробиологии и болезней пчел в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения д-ра вет. наук, проф. Смирновой Нины Ивановны и Дню белорусской науки, Витебск, 7–8 дек. 2023 г. – Витебск, 2024. – С. 121-125.

<https://doi.org/10.26898/2026-250>
УДК 619:615.37

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И БЕЗВРЕДНОСТИ ИММУНОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА АНТИПЕСТИВИР НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ АНТИГЕНОВ И ИНТЕРФЕРОНА

Красочко П.А., д-р вет. наук, д-р биол. наук, проф.,

Красочко И.А., д-р вет. наук, проф.,

Корочкин Р.Б., канд. вет. наук, доцент,

Черноков А.И., магистр вет. наук, аспирант

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,

Витебск, Республика Беларусь

e-mail: krasochko@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты комплексной оценки безопасности нового иммунотерапевтического препарата для крупного рогатого скота, содержащего рекомбинантный корпускулярный антиген BVDV, альфа- и гамма-интерферон, витамины Е и С. Исследования на лабораторных (белые мыши, морские свинки) и целевых животных (телята, коровы) не выявили признаков острой и хронической токсичности, местно-раздражающего и сенсибилизирующего действия. Препарат показал высокий профиль безопасности и хорошую переносимость.

Ключевые слова: вирусная диарея, интерферон рекомбинантный, токсичность, безвредность, аллергенность, телята

Введение. Инфекционные болезни крупного рогатого скота (КРС), в первую очередь желудочно-кишечные и респираторные заболевания, наносят значительный экономический ущерб животноводству Республики Беларусь, приводя к массовой заболеваемости, падежу и вынужденному убою, особенно среди молодняка [1, с. 38]. Этиологическая структура данных патологий сложна и включает как вирусные, так и бактериальные агенты, при этом ведущую роль среди вирусных возбудителей играет вирус диареи крупного рогатого скота (BVDV) [8, с. 70-71]. BVDV характеризуется высоким генетическим разнообразием, представленным

несколькими генотипами и субгенотипами, что необходимо учитывать при разработке средств специфической профилактики и терапии [2, с. 10]. Персистентные формы инфекции, приводящие к длительному вирусоносительству и иммуносупрессии, являются ключевым фактором поддержания неблагополучной эпизоотической ситуации [5, с. 465-466].

В этой связи актуальным направлением ветеринарной медицины является разработка и внедрение новых эффективных средств лечения и профилактики, в частности препаратов на основе биологически активных белков, таких как интерфероны. Интерфероны обладают широким спектром биологической активности, включая выраженную противовирусную, иммуномодулирующую и антистрессовую функции, что делает их перспективными для использования в комплексной терапии инфекционных заболеваний [3, с. 163; 6, с. 192]. Особый интерес представляют рекомбинантные интерфероны, получаемые генно-инженерными методами, которые лишены видовых ограничений и риска контаминации опасными патогенами [4, с. 122]. Научно-теоретической основой для их применения служит способность модулировать как врожденный, так и адаптивный иммунитет, усиливая резистентность организма животного [7, с. 57].

Таким образом, создание комплексных иммунотерапевтических препаратов, сочетающих рекомбинантные антигены циркулирующих штаммов BVDV с видоспецифичными интерферонами и витаминными комплексами, представляет собой современный и обоснованный подход к решению проблемы вирусной диареи КРС. Перед внедрением таких препаратов в практику необходима всесторонняя оценка их безопасности.

Целью настоящего исследования явилась комплексная доклиническая оценка острой и хронической токсичности, и безвредности нового иммунотерапевтического препарата на основе рекомбинантных антигенов вируса диареи КРС в комбинации с альфа- и гамма-интерфероном и витаминами.

Материалы и методы исследований. Исследования безопасности проводили на лабораторных животных в условиях клиник кафедр эпизоотологии и инфекционных болезней, паразитологии и инвазионных болезней животных УО ВГАВМ. Испытания на целевых животных выполняли в производственных условиях агрокомплекса «Яновичи» и ПК «Ольговское» Витебской области. Объектом изучения служил комплексный иммунотерапевтический ветеринарный препарат, разработанный на основе рекомбинантного штамма *Escherichia coli* DL21-Gold (DE3) pDABD-2, экспрессирующего белки вируса диареи крупного рогатого скота (BVDV), в комбинации со смесью рекомбинантных альфа- и гамма-интерферонов (противовирусная активность не менее $1,0 \times 10^4$ МЕ/мл) и витаминами Е и С. Параллельно изучали субстанции, входящие в состав препарата: рекомбинантный корпускулярный антиген *E. coli* DL21-Gold (DE3) pDABD-2 и рекомбинантный белок (DADB-2), выделенный из данного корпускулярного антигена.

Острую и хроническую токсичность изучали на 28 белых мышах массой 20–23 г, разделенных на 7 групп по 4 особи. После 10–20-часовой голодной диеты животным однократно вводили перорально 0,8 мл испытуемых веществ. Мышам первой опытной группы вводили комплексный иммунотерапевтический препарат (концентрация бактериального компонента *E. coli* DL21-Gold (DE3) pDABD-2 – 1×10^9 м.к./мл, интерферон – $1,0 \times 10^4$ МЕ). Второй опытной группе вводили тот же препарат в сниженной дозе (бактериальный компонент – $0,5 \times 10^9$ м.к./мл, интерферон – $0,5 \times 10^4$ МЕ). Третьей опытной группе вводили рекомбинантный корпускулярный антиген в концентрации 1×10^9 м.к./мл, четвертой – тот же антиген в концентрации $0,5 \times 10^9$ м.к./мл. Пятой опытной группе вводили рекомбинантный белок из корпускулярного антигена в дозе 5 мкг на животное, шестой – тот же белок в дозе 1,0 мкг. Животным седьмой группы (контроль) вводили стерильный изотонический раствор. Наблюдение за животными всех групп вели в течение 14 суток.

Безвредность при парентеральном введении оценивали на 25 белых мышах массой 21–25 г, разделенных на 5 групп по 5 особей. Препарат и его компоненты вводили однократно подкожно в дозе 0,2 мл. Мышам первой опытной группы вводили комплексный

препарат (бактериальный компонент – 1×10^9 м.к./мл, интерферон – $1,0 \times 10^4$ МЕ). Второй группе вводили рекомбинантный бактериальный компонент ($0,5 \times 10^9$ м.к./мл) с интерфероном ($0,5 \times 10^4$ МЕ). Третьей группе вводили рекомбинантный белок (5 мкг/инъекция) с интерфероном ($1,0 \times 10^4$ МЕ), а четвертой – рекомбинантный белок (2,5 мкг/инъекция) с интерфероном ($1,0 \times 10^4$ МЕ). Пятой группе (контроль) вводили стерильный изотонический раствор. Наблюдение за общим состоянием и местной реакцией продолжали 10 суток.

Безвредность для целевых животных оценивали на новорожденных телятах (1-5 дней) и новотельных коровах (2-4 года). Телят (по 6 голов в группе) разделили на 4 группы. Первой опытной группе вводили внутримышечно 5,0 мл препарата, содержащего рекомбинантный белок DADB-2 в концентрации 2,5 мкг/мл, смесь интерферонов ($\geq 1,0 \times 10^4$ МЕ/мл) и витамины Е, С. Второй опытной группе вводили препарат с концентрацией белка 5,0 мкг/мл, третьей – с концентрацией 7,5 мкг/мл. Контрольной группе телят вводили стерильный изотонический раствор. Коров также разделили на 4 группы (5-6 голов в группе). Первой опытной группе вводили 15,0 мл препарата с концентрацией белка 2,5 мкг/мл, второй – 5,0 мкг/мл, третьей – 7,5 мкг/мл. Контрольной группе коров вводили стерильный изотонический раствор. Препарат всем целевым животным вводили трехкратно, внутримышечно, на 1, 3 и 5-й день после рождения или отела. Наблюдение за системными и местными реакциями вели в течение 10 дней.

Результаты исследований. Исследование острой и хронической токсичности при пероральном однократном введении показало, что ни в одной из семи групп белых мышей, получавших комплексный препарат, рекомбинантный корпускулярный антиген или рекомбинантный белок в различных дозах, не было зарегистрировано гибели животных в течение 14 суток наблюдения. Общее состояние всех мышей, включая контрольную группу, оставалось удовлетворительным без признаков угнетения, нарушения потребления корма и воды или иных симптомов интоксикации. Данные указаны в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки острой и хронической токсичности препарата и его компонентов при пероральном введении белым мышам

Группа животных (состав и доза вводимого вещества)	Выживаемость за 14 суток (%)	Общее состояние	Симптомы интоксикации
1. Комплексный препарат (1×10^9 м.к./мл + $1,0 \times 10^4$ МЕ)	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют
2. Комплексный препарат ($0,5 \times 10^9$ м.к./мл + $0,5 \times 10^4$ МЕ)	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют
3. Корпускулярный антиген (1×10^9 м.к./мл)	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют
4. Корпускулярный антиген ($0,5 \times 10^9$ м.к./мл)	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют
5. Рекомбинантный белок (5 мкг/животное)	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют
6. Рекомбинантный белок (1 мкг/животное)	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют
7 (контроль). Изотонический раствор	100% (4/4)	Без изменений	Отсутствуют

Оценка безвредности при парентеральном введении показала, что все белые мыши в опытных и контрольной группах остались живы после однократного подкожного введения препарата и его компонентов. В течение 10 суток наблюдения у животных не отмечалось угнетения, изменения поведения, а также локальных реакций в месте инъекции (припухлость, гиперемия, болезненность, некроз). Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Сводные результаты оценки безвредности препарата и его компонентов
 при подкожном введении белым мышам**

Группа животных (состав и доза вводимого вещества)	Выживаемость (%)	Общее состояние	Локальная реакция в месте инъекции
1. Комплексный препарат (1×10^9 м.к./мл + 1.0×10^4 ME)	100% (5/5)	Без изменений	Отсутствует
2. Комплексный препарат (0.5×10^9 м.к./мл + 0.5×10^4 ME)	100% (5/5)	Без изменений	Отсутствует
3. Рекомбинантный белок (5 мкг) + интерферон 1.0×10^4 ME	100% (5/5)	Без изменений	Отсутствует
4. Рекомбинантный белок (2.5 мкг) + интерферон 1.0×10^4 ME	100% (5/5)	Без изменений	Отсутствует
5 (контроль). Изотонический раствор	100% (5/5)	Без изменений	Отсутствует

Оценка безвредности для целевых животных подтвердила отсутствие негативного действия препарата на новорожденных телят и новотельных коров. При трехкратном внутримышечном введении препарата в трех разных дозах (2,5; 5,0; 7,5 мкг белка/мл) в течение 10-дневного наблюдения не было зарегистрировано ни одного случая системных (угнетение, лихорадка, неврологические признаки и др.) или локальных (припухлость, болезненность, гиперемия, некроз) реакций. Выживаемость во всех группах составила 100%. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты оценки безвредности комплексного препарата для целевых животных

Группа животных / дозировка белка DADB-2	Выживаемость (%)	Системные реакции (лихорадка и др.)	Локальные реакции (припухлость и др.)
<i>Телята (по 6 в группе)</i>			
Опытная группа 1 (2.5 мкг/мл)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
Опытная группа 2 (5.0 мкг/мл)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
Опытная группа 3 (7.5 мкг/мл)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
Контрольная группа (изотонический раствор)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
<i>Коровы (по 6 или 5 в группе)</i>			
Опытная группа 1 (2.5 мкг/мл, n = 6)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
Опытная группа 2 (5.0 мкг/мл, n = 6)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
Опытная группа 3 (7.5 мкг/мл, n = 6)	100 (6/6)	Отсутствуют	Отсутствуют
Контрольная группа (изотонический раствор)	100 (5/5)	Отсутствуют	Отсутствуют

Закключение. Проведённые комплексные доклинические исследования острой и хронической токсичности, безвредности и аллергенных свойств нового комплексного иммунотерапевтического препарата на основе рекомбинантных антигенов вируса диареи крупного рогатого скота в комбинации с интерферонами и витаминами позволяют сделать следующие выводы.

При однократном пероральном введении белым мышам в дозах, значительно превышающих предполагаемую терапевтическую, комплексный препарат, а также его отдельные компоненты (рекомбинантный корпускулярный антиген и очищенный рекомбинантный белок DADB-2) не проявляют острой или хронической токсичности.

Выживаемость во всех опытных группах составила 100%, признаки интоксикации отсутствовали.

Подкожное введение препарата и его компонентов белым мышам не вызвало негативных системных реакций или местных воспалительных явлений (припухлости, гиперемии, болезненности). Все животные сохраняли нормальное состояние в течение 10-дневного периода наблюдения, что указывает на безвредность препарата.

Исследование на морских свинках по стандартной схеме сенсibilизации не выявило способности препарата и его компонентов вызывать реакции гиперчувствительности как немедленного (в течение 7 часов), так и замедленного (в течение 21 дня) типа.

Оценка препарата на новорожденных телятах и новотельных коровах при трёхкратном внутримышечном введении в трёх различных дозах подтвердила его хорошую переносимость. Не было зарегистрировано ни системных (угнетение, лихорадка), ни местных реакций в месте инъекции. Выживаемость во всех группах составила 100%.

Таким образом, комплексный иммунотерапевтический препарат, содержащий рекомбинантный корпускулярный антиген BVDV, смесь рекомбинантных альфа- и гамма-интерферонов и витамины Е и С, характеризуется отсутствием токсичности, раздражающего и сенсibilизирующего действия, а также высокой степенью безопасности для целевых животных (телят и коров) в изученном диапазоне доз.

Список литературы

1. Красочко П.А., Красочко П.П., Понаськов М.А. и др. Анализ структуры заболеваемости крупного рогатого скота в Республике Беларусь // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 2 (17). – С. 38-41.
2. Дубаневич О.В., Тяпша Ю.И. Выявление и генетическое типирование (по региону 5'-UTR) изолятов вируса вирусной диареи КРС, циркулирующих на территории Республики Беларусь // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2021. – № 2. – С. 7-11. DOI 10.47612/2224-168X-2021-2-7-11.
3. Завьялов А.А., Лысенко С.Г., Белова С.Н. Интерфероны, участвующие в резистентности крупного рогатого скота, и препараты, влияющие на их выработку в организме // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: материалы XXII Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 6–7 дек. 2023 г. – Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2023. – С. 163-168.
4. Красочко П.А., Крюкова К.А. Использование рекомбинантных интерферонов в ветеринарной медицине // Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии, микробиологии и болезней пчел в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения д-ра вет. наук, проф. Смирновой Нины Ивановны и Дню белорусской науки, Витебск, 7–8 дек. 2023 г. – Витебск, 2024. – С. 121-125.
5. Мищенко А.В., Мищенко В.А., Гулюкин М.И. и др. Персистентная форма вирусной диареи крупного рогатого скота // Вопросы вирусологии. – 2023. – Т. 68. – № 6. – С. 465-478. DOI 10.36233/0507-4088-184.
6. Полейская А.В., Титенок Д.С. Фармакотерапевтические основы применения интерферонов и интерферон содержащих препаратов в ветеринарной практике // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: материалы XXXVII науч.-практ. конф. студентов и аспирантов, Брянск, 18–19 мая 2022 г. – Брянск, 2022. – С. 192-197.
7. Усачев И.И., Полейская А.В., Титенок Д.С. Научно-теоретические основы применения интерферонов и интерферон содержащих препаратов в ветеринарной практике // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 6 (94). – С. 57-62. DOI 10.52691/2500-2651-2022-94-6-57-62.

8. Гончаров С.В., Царенок А.А., Севрюк И.З., Красочко В.П. Этиологическая структура возбудителей инфекционных пневмоэнтеритов телят в животноводческих хозяйствах Беларуси // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 27–28 марта 2025 г. – Брянск, 2025. – С. 70-75.

<https://doi.org/10.26898/2026-251>
УДК 619:612.11/12

БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУТ КОРОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ ИНФЕКЦИОННОЙ ЭТИОЛОГИИ

Красочко П.А., д-р вет. наук, д-р биол. наук, проф.,

Понаськов М.А., канд. вет. наук, ассистент,

Гецевич Д.О., магистр вет. наук

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,

Витебск, Республика Беларусь

e-mail: krasochko@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты серологических и биохимических исследований сыворотки крови у коров, больных заболеваниями репродуктивных органов. Исследования проводились на молочнотоварном комплексе, расположенном в шабихе (муниципалитете) Бенгази Государства Ливия. При этом установлено, что переболевание взрослых животных инфекционным ринотрахеитом и вирусной диарей способствует развитию патологий репродуктивных органов. А при изучении биохимических показателей установила существенные нарушения обменных процессов организма по сравнению со здоровыми животными. Характерно снижение в крови концентрации общего белка и его фракций, глюкозы и кальция. Это показывает, что у таких коров нарушен белковый, углеводный, минеральный обменные процессы, которые играют существенную роль в процессах воспроизводства животных.

Ключевые слова: заболевания репродуктивных органов, серологические исследования, РНГА, ИРТ, вирусная диарея, коровы, кровь, биохимические показатели

Введение. История животноводства в Ливии уходит корнями в глубокую древность, когда кочевые племена начали одомашнивать животных, таких как коровы, овцы, козы и верблюды, для получения пищи, молока, шерсти и транспорта. Эти животные были неотъемлемой частью выживания в суровых условиях пустыни, обеспечивая кочевников всем необходимым. С течением времени, с развитием земледелия и оседлого образа жизни, животноводство стало более интегрированным в сельскохозяйственные системы, хотя кочевое скотоводство по-прежнему играет значительную роль.

Современное состояние животноводства в Ливии характеризуется рядом вызовов и возможностей. После десятилетий политической нестабильности и конфликтов, сектор животноводства столкнулся с серьезными трудностями.

По оценкам, поголовье крупного рогатого скота (включая коров, быков и молодняк) в Ливии составляет от 150 000 до 250 000 голов. Это значительно меньше, чем в соседних странах с сопоставимой территорией. Большая часть этого поголовья приходится на мясные породы, а молочное животноводство развито слабо.

Количество действительно крупных, современных животноводческих ферм в Ливии крайне невелико (несколько десятков, которые, сосредоточены в более стабильных и развитых регионах).

В целом животноводство Ливии находится на перепутье. Для его возрождения и развития необходимы значительные инвестиции в инфраструктуру, ветеринарные услуги, обучение фермеров и внедрение устойчивых методов ведения хозяйства. Экономическое восстановление являются ключевыми факторами для будущего этого жизненно важного сектора [1, 3].

Сдерживающим фактором для развития животноводства большинства стран являются заболевания коров с поражением репродуктивных органов.

Инфекционные заболевания репродуктивного тракта, такие как инфекционный ринотрахеит, вирусная диарея крупного рогатого скота, бруцеллёз, лептоспироз и др. широко распространены в мировом животноводстве.

Эти патологии вызывают серьёзные нарушения репродуктивного цикла, приводя к абортam, мертворождению, рождению слабого потомства и бесплодию, что напрямую снижает выход телят в стаде.

Экономический ущерб от таких инфекций значителен и складывается из прямых потерь (утилизация абортированных плодов и снижение надоев молока из-за более длительного сервис-периода) и косвенных затрат на диагностику, лечение и карантинные мероприятия.

В итоге постоянная циркуляция данных возбудителей среди поголовья ведёт к преждевременной выбраковке ценных молочных и мясных коров, что наносит долгосрочный ущерб генетическому потенциалу стада и общей рентабельности фермы [2, 4, 5, 8-10].

Целью исследований являлось изучение биохимических показателей крови коров с болезнями репродуктивных органов инфекционной этиологии.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на молочнотоварном комплексе, расположенном в шабияхе (муниципалитете) Бенгази Государства Ливия. Объектом исследования служили 20 коров голштино-фризской породы возрастом 4-6 лет, которых разделили на 2 группы по 10 голов в группе. Коровы опытной группы – животные с заболеваниями репродуктивных органов инфекционной патологии и контрольной группы – клинически здоровые.

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе проводилось определение уровня антител к вирусам инфекционного ринотрахеита и диареи крупного рогатого скота проводилось в реакции непрямой гемагглютинации (РНГА). На втором этапе исследований проводились биохимические исследования сыворотки крови здоровых и больных коров, заболеваниями репродуктивных органов инфекционной этиологии [5, 6].

Результаты исследований. В результате исследований первого этапа было установлено, что циркуляция у взрослых животных вируса инфекционного ринотрахеита и диарей предрасполагает к заболеваниям репродуктивных органов.

Таблица 1

**Наличие антител к антигенам возбудителей ИРТ и ВД
у коров с патологией репродуктивных органов**

Группа животных	Кол-во исследован- ных проб	Обнаружены антитела к возбудителю			
		ИРТ		Вирусной диареи	
		количество	%	количество	%
Коровы здоровые	10	8	80	9	90
Коровы с заболеваниями репродуктивных органов	10	3	30	5	50

При проведении серологических исследований по изучению роли вирусов в возникновении заболеваний репродуктивных органов у коров было установлено, что у клинически здоровых коров уровень антител к вирусам инфекционного ринотрахеита и диареи был в 4-5 раз ниже, чем у больных, что свидетельствует об их этиологической роли в возникновении заболевания.

В табл. 2 представлены результаты биохимических исследований крови у коров.

Таблица 2

Результаты биохимических исследований крови у коров разных групп

Показатель	Коровы с заболеваниями репродуктивных органов инфекционной этиологии	Здоровые коровы
Общий белок, г/л	70,2±0,23	85,1±0,25
Альбумин, г/л	20,1±0,23	32,2±0,13
Глюкоза, ммоль/л	2,3±0,11	3,2±0,12
АлАТ, МЕ/л	0,74±0,12	0,78±0,12
АсАТ, МЕ/л	0,36±0,001	0,38±0,001
Кальций, ммоль/л	2,1±0,13	2,8±0,30
Фосфор, ммоль/л	1,01±0,003	1,02±0,001

Представленные в таблице данные свидетельствуют о существенных нарушениях обменных процессов организма коров с заболеваниями репродуктивных органов по сравнению со здоровыми животными. Характерно снижение в крови концентрации общего белка и его фракций, глюкозы и кальция. Это показывает, что у таких коров нарушен белковый, углеводный, минеральный обменные процессы, которые играют существенную роль в процессах воспроизводства животных.

Заключение. Таким образом, установлено, что переболевание взрослых животных инфекционным ринотрахеитом и вирусной диарей способствует развитию патологий репродуктивных органов. У коров с болезнями репродуктивных органов существенно нарушены обменные процессы организма по сравнению со здоровыми животными.

Список литературы

1. Адель С.М. Ливия состояние и перспективы экономического развития // Terra Ecomonicus. – 2009. – Т. 7. - № 3-3. – С. 172-175.
2. Красочко П.А. и др. Биохимические показатели крови коров с инфекционным бесплодием // Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии, микробиологии и болезней пчел в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения д-ра вет. наук, проф. Смирновой Нины Ивановны и Дню белорусской науки, Витебск, 7-8 дек. 2023 г. – Витебск: ВГАВМ, 2024. – С.141–144.
3. Гришина Н.В. Некоторые аспекты животноводства в странах Африки // Ученые записки Института Африки РАН. – 2024. – № 1. – С. 66-79.
4. Красочко П.А. и др. Изучение этиологии и распространение акушерско-гинекологических заболеваний // Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню Белорусской науки и 95-летию кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней, Витебск, 15-16 дек. 2022 г. – Витебск: ВГАВМ, 2023. – С. 195–198.
5. Колесникович К.В., Красочко П.П., Понаськов М.А., Слепцов Ю.В. Влияние вакцины «Большевик Р» на биохимические показатели крови коров и телят // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2024. – № 1 (20). – С. 27–32.
6. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных: учеб.-метод. пособие для студентов фак. вет. медицины по специальности 1-740302 «Ветеринарная медицина» и слушателей ФПК и ПК по вет. специальностям / И.Н. Громов и др. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – 64 с.
7. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови: рекомендации / С.В. Петровский и др. - Витебск: ВГАВМ, 2019. - 67 с.
8. Понаськов М.А., Красочко П.А., Белко И.А. Динамика биохимических показателей крови сухостойных коров, иммунизированных вакциной против вирусных

пневмоэнтеритов «Большевик» // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. тр. по материалам Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти д-ра биол. наук, проф., засл. работника Высшей школы РФ, почетного работника высшего профессионального образования РФ, почетного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, 25 янв. 2022 г. Ч. 1. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 151–155.

9. Понаськов М.А. Биохимические показатели крови у коров при вакцинации поливалентной вакциной против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, парагриппа-3, респираторно-синцитиальной, рота- и коронавирусной инфекции крупного рогатого скота // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 3 (35). – С. 40–51.

10. Красочко П.А. и др. Серологический мониторинг сывороток крови коров, больных патологиями репродуктивных органов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 71–76.

<https://doi.org/10.26898/2026-252>
УДК 579.6:577.21:62.41.99(045)

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПОРТУНИСТИЧЕСКИХ ДЕРМАТОМИЦЕТНЫХ ГРИБОВ СРЕДИ ДИКИХ, ДОМАШНИХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Кухар Е.В., д-р биол. наук, проф.

Инжиниринговый центр органических агротехнологий

Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина,

Астана, Казахстан

e-mail: kucharev@mail.ru

Аннотация. Сделан анализ видового разнообразия оппортунистических дерматомицетных грибов среди диких, домашних и сельскохозяйственных животных, людей и во внешней среде, выявлены природные очаги возбудителей на территории Республики Казахстан. Из проб объектов внешней среды и от разных животных чаще выделялись оппортунистические грибы *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp., *Penicillium* spp. Из общего количества грибов кератинофильными свойствами обладали 78,7% штаммов, кератинолитическими – 50,7%, резистентны к антимикотикам 50%, что позволило охарактеризовать их как патогенные. Основные природные очаги оппортунистических кератинофильных грибов выявлены в Акмолинской, Карагандинской и Улытауской областях.

Ключевые слова: оппортунистические грибы, плесневые грибы, дрожжи, микозы кожи, животные

Микозы кожи вызываются широким спектром возбудителей, количество которых непрерывно возрастает. К наиболее часто регистрируемым зооантропофильным дерматофитам, поражающим людей и животных, относятся роды *Microsporum*, *Trichophyton* и *Epidermophyton*, отличающиеся видовой избирательностью [1], хотя описаны единичные случаи выделения от животных антропофильных дерматофитов [2].

В конце XX – начале XIX в. появилась тенденция к снижению показателей выделения от животных классических дерматофитов и увеличение числа условно-патогенных

кератинолитических возбудителей. Наиболее часто выделяемыми грибами от животных с поражениями кожи были *Malassezia pachydermatis* (29,14%), дрожжи рода *Candida* (27,07%) и дерматофиты (23,5%). При этом *Malassezia pachydermatis* составляла 80% изолятов, дрожжи рода *Candida* – более 19% [3]. Актуальными стали случаи выделения новых оппортунистических дерматомицетных грибов, вызывающих нехарактерные, не поддающимися лечению общепринятыми в ветеринарной практике препаратами, поражения кожи [4]. Расширение спектра грибковых инфекций связывают с рядом факторов: глобальным изменением климата, гиподинамией, снижением иммунного статуса и других [5].

Дерматомицеты – это экологически значимые микроскопические грибы, питающиеся кератинизированными тканями. Некоторые виды адаптировались к паразитическому существованию и стали облигатно-патогенными для теплокровных хозяев [6]. Описываются случаи, когда из поражений животных, предположительно вызванных дерматофитами, выделяются в основном штаммы недерматофитных плесневых грибов: *Acremonium exuviarum*, *Sarocladium implicatum*, *Chaetomium iraniamum*, *Trichothecium roseum*, *Lichtheimia ramosa*, *Penicillium chrysogenum* [7]. От птиц и животных с инфекцией кожи могут выделяться дрожжи [8]. Известно о выделении от диких и домашних птиц 14 видов дрожжей, при этом *Candida albicans* присутствовала в 28,89% образцов [9].

Распространению оппортунистических дерматомицетных грибов среди диких, домашних и сельскохозяйственных животных способствует приспособление к сосуществованию с ними. Это становится возможным за счет появления у сапрофитов способности к расщеплению специализированных кератинов животных, что делает их патогенными. Экологическим преимуществом этих грибов является то, что они рассеяны по местности животными, обитающими там естественным образом [10].

Целью исследований является анализ видового разнообразия оппортунистических дерматомицетных грибов и выявление природных очагов возбудителей среди диких, домашних и сельскохозяйственных животных на территории Республики Казахстан.

Работа проводилась в течение 2023–2025 г. в рамках грантового финансирования МНВО РК по проектам AP23489001 и AP19678812.

В работе использовались биологические, микологические, биотехнологические, статистические, молекулярно-генетические, биоинформатические методы исследования.

Исторически являясь животноводческой страной на протяжении веков, Казахстан регулярно сталкивался с заболеваемостью скота и заражением населения стригущим лишаем. Поэтому очевидно, что территория Казахстана содержит огромное количество природных очагов дерматомикозов диких и сельскохозяйственных животных, вызывающих заражение населения и домашних животных. Заболеваемость микозами кожи стала особенно актуальной на фоне снижения общей резистентности людей и животных ввиду изменения климата, стрессов, международных закупок и перемещения скота.

Анализ публикаций за последние 50 лет по заболеваемости дерматофитиями позволил установить случаи регулярного выявления антропо- и зоофильных возбудителей у людей; зоофильных, зооантропофильных и геофильных возбудителей – у домашних и сельскохозяйственных животных. Официальная информации о заболеваемости микозами кожи животных в Казахстане отсутствует, хотя стригущий лишай регулярно регистрируется у сельскохозяйственных и домашних животных. Специалисты сообщают, что в дикой природе и заповедниках часто встречаются трупы диких животных с пораженной кожей, у добытых промысловых животных поражения встречаются редко по причине выбраковки шкуры на месте отлова, что свидетельствует о существовании природных очагов заболеваний и возможности заражения и перезаражения дерматомикозами людей и животных.

Было отобрано 1790 проб биоматериала от людей, животных и объектов внешней среды: 311 проб от людей, 721 – от сельскохозяйственных, 241 – от диких, 181 – от

домашних животных (крупного рогатого скота, лошадей, овец, коз, верблюдов, волков, лис, зайцев, кошек, собак) по Акмолинской, Северо-Казахстанской, Павлодарской, Жетысуской, Жамбылской, Костанайской, Улытауской областям Республики Казахстан.

Общий процент выделения микромицетов из биоматериала составил: дикие – 16,2%, сельскохозяйственные – 34,9%, домашние животные – 50,8%, пациенты клиник – 41,5%, пробы объектов внешней среды (ОБС) – 53,8%. Дальнейший анализ позволил идентифицировать разновидности грибов, специфично питающихся кератином и вызывающих микозы кожи у людей и животных. Количественное соотношение классических дерматофитов, плесневых грибов и дрожжей был следующим (рис. 1).

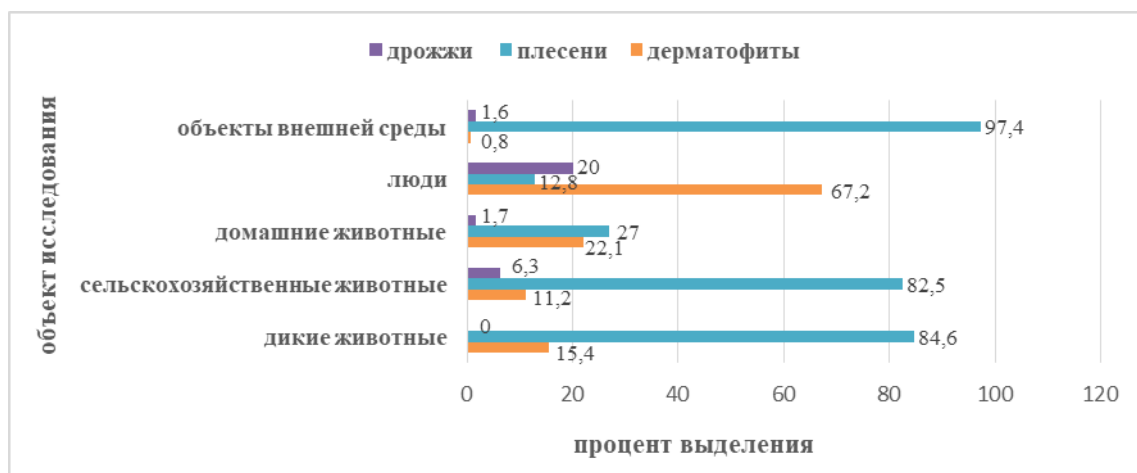


Рис. 1. Процентное соотношение микромицетов, выделенных из биоматериала и ОВС

Видовое разнообразие оппортунистических дерматомицетных грибов было представлено различными представителями (рис. 2).

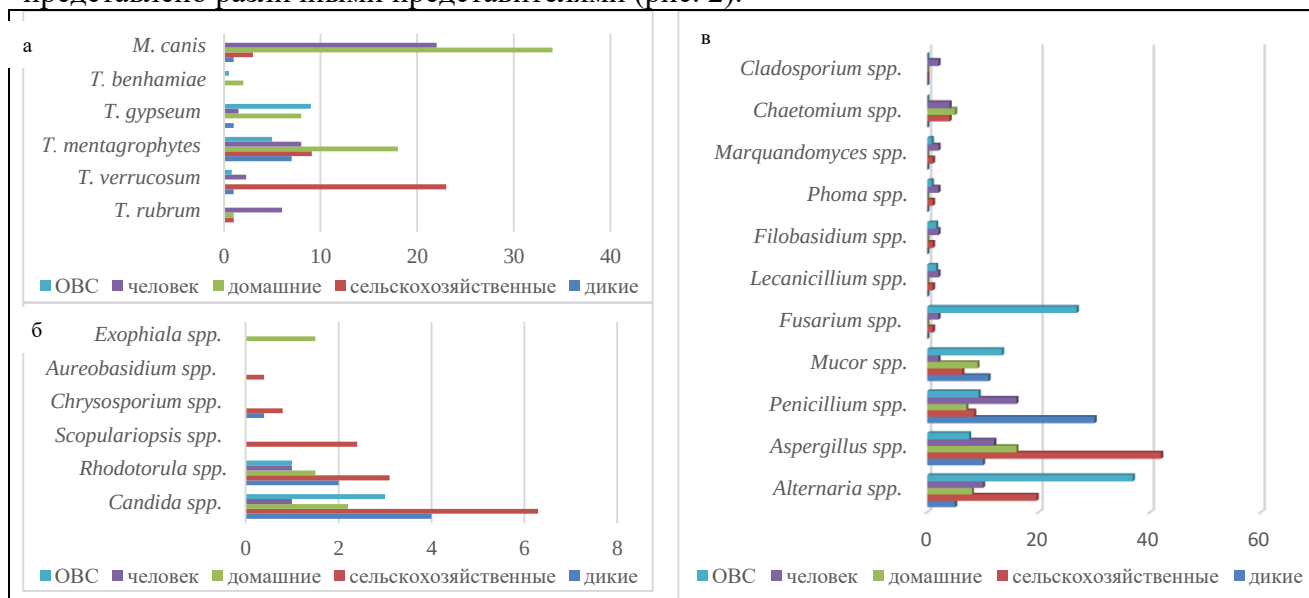


Рис. 2. Видовой состав дерматофитов и оппортунистических дерматомицетных грибов:
а – дерматофиты; б – дрожжи; в – плесневые грибы

Как видно из рис. 2, основными возбудителями домашних животных были *M. canis*, *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*, сельскохозяйственных животных – *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.*, *Trichophyton spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*, *Candida spp.*, *Rhodotorula spp.*, диких животных – *T. mentagrophytes*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*, *Aspergillus spp.*, людей – *M. canis*, *Trichophyton spp.*, *Candida spp.*. Из проб объектов внешней среды чаще выделялись грибы *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*. Из общего

количества штаммов кератинофильными свойствами обладали 78,7% штаммов, кератинолитическими – 50,7%, 50% штаммов были резистентны к антимикотикам. С учетом полученных результатов 50% штаммов были охарактеризованы как патогенные.

Полученные результаты позволили создать карту очагов выявления патогенных возбудителей микозов кожи среди диких и сельскохозяйственных животных на территории Казахстана (рис. 3).



Рис. 3. Очаги выявления патогенных дерматомицетов на территории Казахстана

Как видно из рис. 3, в основном природные очаги оппортунистических кератинофильных грибов выявлены в Акмолинской, Карагандинской и Улытауской областях.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить и изучить видовой состав дерматомицетных оппортунистических грибов с выраженной патогенностью, выделенных от диких, домашних и сельскохозяйственных животных, установить природные очаги оппортунистических кератинофильных грибов на территории Республики Казахстан.

Список литературы

1. Chermette R., Ferreiro L., Guillot J. Dermatophytoses in animals // Mycopathologia. – 2008. – Nov-Dec. - No. 166 (5-6). – P. 385–405.
2. Gupta A.K., Wang T., Susmita Talukder M., Bakotic W.L. Global dermatophyte infections linked to human and animal health: A scoping review // Microorganisms. – 2025. – No. 13 (3). – P. 575. DOI: 10.3390/microorganisms13030575
3. Dworecka-Kaszak B., Biegańska M.J., Dąbrowska I. Occurrence of various pathogenic and opportunistic fungi in skin diseases of domestic animals: a retrospective study // BMC Vet Res. – 2020. – No. 16. – P. 248.
4. Маноян М.Г., Гуршева А.С., Габузян Н.А., Панин А.Н. Дерматофитозы животных в регионах России: этиологическая структура и чувствительность возбудителей к антимикотическим препаратам // Сельскохозяйственная биология. – 2024. – Т. 59. - № 2. – С. 342–354.
5. Konkel Neabore L. Wake-up Call: Rapid Increase in Human Fungal Diseases under Climate Change // Environ Health Perspect. – 2024. – No. 132 (4). – P. 42001. DOI: 10.1289/EHP14722.
6. Cafarchia C., Iatta R., Latrofa M. S., Gräser Y., Otranto D. Molecular epidemiology, phylogeny and evolution of dermatophytes // Infection, Genetics and Evolution. – Elsevier, 2013. – Vol. 20. – P. 336–351.
7. Rahimi T., Mohammadi R. Identification of dermatophyte and nondermatophyte molds isolated from animal lesions suspected to dermatomycoses // Adv Biomed Res. – 2020. – No. 9. – P. 4.
8. Andreia G. Candidiasis in Birds: An update // Journal of Veterinary Physiology and Pathology. – 2023. – P. 42-46.

9. Lord A.T., Mohandas K., Somanath S. et al. Multidrug resistant yeasts in synanthropic wild birds // Ann Clin Microbiol Antimicrob. – 2010. – No. 9. – P. 11.
10. Piecková E. Mycobiota Causing Diseases in Pets / ed.: Ó. Zaragoza, A. Casadevall // Encyclopedia of Mycology. – Elsevier, 2021. – P. 215-221.

<https://doi.org/10.26898/2026-253>
УДК 619:616.636

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ОЛЕНЕВОДЧЕСКИХ СТАДАХ: ВЫЗОВЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРЫ

**Лайшев К.А.^{1,2}, д-р вет. наук, г.н.с.,
Забродин В.А.¹, д-р биол. наук, г.н.с.**

¹Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН,
Санкт-Петербург, Россия

²Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень, Россия
e-mail: layshev@mail.ru

Аннотация. Целью настоящего исследования является разработка научных рекомендаций для поддержания эпизоотического здоровья оленеводческих стад в регионе, в частности, по борьбе с наиболее опасными инфекционными заболеваниями. Исследование подтверждает, что такие болезни, как сибирская язва, бруцеллез, некробактериоз и бешенство, по-прежнему представляют значительную угрозу для оленеводства. Они не только наносят существенный экономический ущерб, но и могут передаваться человеку. Для эффективного противодействия этим заболеваниям предлагаются конкретные меры: в случае сибирской язвы – особое внимание к старым местам падежа; при бруцеллезе – обязательная вакцинация животных наряду с общими профилактическими мероприятиями; при некробактериозе – приоритет в борьбе с насекомыми-переносчиками; для предотвращения бешенства – исключение контактов оленей с дикими плотоядными и готовность к экстренной вакцинации. Эффективное искоренение и предупреждение вышеупомянутых инфекций невозможно без систематического эпизоотического надзора, частью которого является мониторинг, а также без реализации целого комплекса специализированных мер – как на уровне общего хозяйства, так и в сфере лечения и профилактики.

Ключевые слова: северные олени, инфекционные болезни, эпизоотическая ситуация, научное обеспечение

В условиях северного оленеводства, где животные подвержены различным стрессовым факторам, таким как суровые климатические условия и ограниченные ресурсы, риски инфекционных заболеваний становятся особенно актуальными [1].

На сегодняшний день в оленеводческих стадах регистрируются несколько болезней, которые не только вызывают существенные экономические потери, но и представляют собой серьезную угрозу как для здоровья животных, так и для здоровья людей, находящихся в тесном контакте с этими животными.

СИБИРСКАЯ ЯЗВА (ANTHRAX). Первая вспышка сибирской язвы среди северных оленей, а также волков, поедавших трупы павших животных, была зарегистрирована в 1823 г. в Лапландии. Крупные вспышки сибирской язвы на территории Малоземельской тундры почти ежегодно наблюдались и в последующие 15 лет (1896-1911 гг.). Большой падеж оленей отмечался в 1929-1932 гг., когда эпизоотии сибирской язвы были зарегистрированы среди оленей в тундрах Полярного Урала, полуостровов Ямала и Таймыра. В конце XX в. официально было зарегистрировано два случая возникновения

сибирской язвы – оба на Таймыре - 1978 - ср. течение р. Налим-Рассоха, 100 км от п. Попигаи и в 1981 г. - Верховье р. Пелятка. Последний случай последний случай заболевания северных оленей сибирской язвой был установлен на Ямале в 2016 г.

Многократно отмечалось, что ключевым фактором в возникновении и распространении болезни являются существующие «падёжные места». В периоды эпизоотий, в условиях отсутствия эффективных средств и методов борьбы, оленеводы были вынуждены оставлять павших и заболевших животных, перемещая здоровое стадо до прекращения вспышки. В результате на миграционных путях оленьих стад формировался шлейф захороненных трупов, образуя так называемые «падёжные места» с площадью от десятков до сотен квадратных километров. На территории Архангельской области и Республики Коми зарегистрировано более 100 таких участков, на Ямале – свыше 60, на Таймыре – около 40, в Якутии – более 200, а также значительное количество в других северных регионах [2].

Существует двойственное отношение к риску сибирской язвы. С одной стороны, возбудитель способен сохраняться в почве в виде спор более 70 лет, что делает старые места захоронения животных потенциально опасными. Исторические вспышки, например, в совхозах «Попигаийский» (1969) и «Октябрьский» (1977), где выпасались стада оленей, подтверждают эту опасность. С другой стороны, научные исследования показывают, что споры могут терять жизнеспособность и разрушаться в неблагоприятных условиях. Возможно поэтому, несмотря на активное использование старых пастбищ для выпаса оленей (не всегда вакцинированных), а также проведение строительных и добывающих работ, за последние 80 лет случаев сибирской язвы практически не зафиксировано, за исключением единичных инцидентов на Таймыре и в Якутии.

По итогам ряда активных дискуссий и детальных исследований, проведенных на Ямале, было высказано предположение, что эпизоотии сибирской язвы у северных оленей не являются результатом внутренних процессов, а скорее завозятся извне, возможно, с мигрирующими животными или через другие пути передачи.

В связи с вышесказанным в Ямало-Ненецком автономном округе в 2007 году было принято решение исключить вакцинацию северных оленей против сибирской язвы из планов противозооотических мероприятий. Однако реальность оказалась гораздо более суровой и непредсказуемой: в 2016 году Ямал пережил настоящую эпидемию сибирской язвы. Пало и вынуждено уничтожено более 2 тысяч северных оленей, 36 человек заразилось, один из которых скончался. Позднее выяснилось, что животные паслись на землях, где в период с 1938 по 1941 год уже были зафиксированы случаи антракса, что указывает на то, что инфекция может сохраняться в почвенных очагах. Этот факт стал неоспоримым доказательством необходимости возобновления и поддержания программы вакцинации северных оленей против сибирской язвы, как ключевого элемента комплексной системы биологической безопасности региона.

БРУЦЕЛЛЕЗ. Впервые бруцеллез северных оленей в естественной среде был подтвержден на Таймыре в 1948 году И.М. Голосовым с помощью серологических и аллергических тестов. Позже, в 1955 году, В.А. Забродин впервые смог выделить возбудителей бруцеллеза (штаммы бруцелл) непосредственно от домашних оленей. Дальнейшие исследования показали, что бруцеллез широко распространен среди диких северных оленей на Таймыре, причем в некоторые годы уровень заражения достигал 35-40%. Кроме того, были обнаружены штаммы бруцелл и у других видов животных, таких как волки, песцы (голубой и белый), россомахи и др. Идентичность выделенных штаммов по всем ключевым характеристикам (внешний вид, особенности окрашивания по Граму и биохимические свойства) бруцеллам, полученным от оленей, убедительно свидетельствует о формировании устойчивых, самоподдерживающихся естественных очагов бруцеллеза, где инфекция циркулирует не только среди оленей, но и в более широкой экосистеме.

В 60-80-х годах прошлого века бруцеллез был широко распространен в оленеводческих хозяйствах Таймырского, Эвенкийского, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономного округов), Камчатской области и Республики Саха (Якутия). Зараженность оленей бруцеллезом в отдельных стадах достигала 30-40%, а количество клинически больных животных – 20-25% [3].

В настоящее время эпизоотическая ситуация в оленеводческих стадах значительно улучшилась (см. таблицу), но на сколько она отражает реальную действительность сказать сложно.

Эпизоотическая ситуация по бруцеллезу северных оленей за 2015-2023 гг.
(количество неблагополучных пунктов)

Субъект РФ	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2023
Ханты-Мансийский автономный округ	0	0	1	0	0	0	0	0
Ямало-Ненецкий автономный округ	7	6	6	9	9	7	5	4
Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район	0	1	1	2	3	1	0	0
Республика Саха (Якутия)	45	42	42	37	35	26	21	8
Чукотский автономный округ	1	1	1	1	1	1	1	1
Итого	53	51	50	49	48	35	27	13

Первоначально, для профилактики и борьбы с бруцеллезом многие исследователи рекомендовали применять только общие ветеринарно-санитарные меры в оленеводческих хозяйствах, однако опыт показал, что этого недостаточно, так как имеются природные (почвенные) очаги инфекции, а технологические особенности отрасли практически не позволяют качественно и в полном объеме проводить комплекс профилактических мероприятий.

В настоящее время оздоровление проводят с применением противобруцеллезных вакцин из штамма *Brucella abortus* 82 в соответствии с утвержденным наставлением.

Учитывая собственный опыт работы с бруцеллезом северных оленей, хотелось бы отметить следующее:

- без вакцинации проблему ликвидации бруцеллеза в оленеводческих стадах решить невозможно. Безвакцинным оздоровлением длительное время занимались в Магаданской области, но особых результатов достигнуто не было;

- незаслуженно забыта вакцина из штамма *Brucella abortus* 19. Это самый стабильный и самый иммуногенный штамм. Поэтому необходимо рекомендовать применение данной вакцины, особенно в регионах, где сформировались природные очаги бруцеллеза (Таймыр, северо-запад Республики Саха (Якутия) и северо-восток Ямала). Эффективность такой вакцинации подтверждена положительными результатами иммунизации оленей на Таймыре. Эту вакцину критикуют за длительные поствакцинальные титры, но при ее введении в малых дозах титры исчезают в течение 6–9 мес, а отдаленные поствакцинальные титры у северных оленей отмечали и после применения вакцин из других штаммов;

- необходимо рассмотреть и утвердить дозы противобруцеллезных вакцин для северных оленей. Олень значительно меньше крупного рогатого скота, и вводить ему 1/2, 1/4 полной дозы, предназначенной для крупного рогатого скота, нецелесообразно, ведь и теоретически, и практически подтверждено, что массивные дозы антигенов, наоборот, угнетают иммунную систему, а следовательно, и формирование напряженного иммунитета;

- требует дополнительного изучения вопрос о диагностических реакциях и диагностическом титре антител у северных оленей. Так ли опасны положительные титры 1:25, 1:50, если клинические признаки болезни отсутствуют и возбудитель бруцеллеза при бактериологическом исследовании не выделен.

НЕКРОБАКТЕРИОЗ. Первые научные сведения о «копытной» болезни северных оленей на территории России относятся к 1898 году, когда Н.И. Эккерт представил описание ее клинических проявлений [4].

В настоящее время некробактериоз северных оленей не фигурирует в официальной статистике. Однако, по нашему мнению, это объясняется введением обязательного карантина при диагностировании болезни в оленеводческих хозяйствах. Исследования микробиома рубца северных оленей, в ходе которых у более чем половины животных был обнаружен ключевой возбудитель *Fusobacterium necrophorum*, свидетельствуют о сохраняющейся циркуляции некробактериоза стадах [5].

Существующие противонекробактериозные вакцины, несмотря на их наличие, редко применяются в оленеводстве, вследствие возникновения поствакцинальных осложнений или несоответствия технологическим процессам в оленеводстве. Тем не менее создание вакцины для профилактики некробактериоза у северных оленей представляет собой задачу высокой степени важности и актуальности.

В настоящее время наиболее эффективными методами являются локальная хирургическая обработка и комплексная антибактериальная терапия. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка и внедрение аэрозольных препаратов, обеспечивающих антисептическую обработку, стимуляцию регенерации поврежденных тканей и пролонгированную защиту животных от реинфицирования.

Приоритетное значение в этиологии и патогенезе данного заболевания придается комплексу ветеринарно-санитарных и зоотехнических мер, направленных на повышение резистентности организма и его защиту от неблагоприятных факторов экзогенной среды.

В первую очередь проблема некробактериоза северных оленей должна рассматриваться в контексте борьбы с кровососущими насекомыми и оводами. Результаты наших испытаний продемонстрировали, что в стадах, подвергшихся обработке против гнуса и оводов, заболеваемость некробактериозом была в 6,5 раза ниже, чем в контрольных группах. Дальнейшие исследования в данном направлении, в частности, направленные на синтез инсектицидных и репеллентных препаратов с пролонгированным действием, являются необходимыми.

БЕШЕНСТВО. В последние годы заболевание периодически фиксируется в таких регионах, как Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, а также в Республике Саха (Якутия), что требует пристального внимания ветеринарных служб и населения. Динамика случаев заболеваемости бешенством на территории Ненецкого автономного округа в период с 2004 по 2015 г. отражает устойчивый характер эпизоотических вспышек в 2008, 2013 и 2015 годах. При микроскопических исследованиях в МФА 130 проб патологического материала (головной мозг) от павших на территории округа животных разных видов были положительными 70 проб (54%), из них домашние северные олени составляли - 37%, представители дикой фауны 53% (белые песцы – 33% , лисицы – 20 %), безнадзорные собаки - 10 % [6]. В 2024 году сообщалось о единичных случаях бешенства у домашних северных оленей на Ямале, в стаде, которое выпасалось в районе Нового Порта Ямальского района.

Рассматривая вопросы научного обеспечения ветеринарных аспектов проблемы бешенства следует выделить необходимость разработки и внедрения экспресс-диагностики больных животных, так как из-за сложности транспортной схемы доставка качественного патологического материала крайне сложна. Вторым вопросом это разработка оптимальной схемы вакцинации оленей, с учетом традиционных и технологических особенностей ведения отрасли. По нашему мнению, особое внимание следует уделить иммунизации транспортной группы животных, как более тесно соприкасающейся с людьми. Возможно, следует разработать оптимальную схему вакцинации диких животных с использованием оральной вакцины, как это применяется при борьбе с бешенством других видов животных

В заключении следует отметить, что в данном обзоре мы целенаправленно сосредоточились на наиболее значимых и представляющих наибольшую угрозу инфекционных заболеваниях северных оленей. Тем не менее, особо следует отметить, что специалисты, занятые в оленеводстве, должны обладать глубоким пониманием и быть

постоянно готовыми к возникновению в стадах таких опасных инфекций, как ящур и паратуберкулез. Более того, критически важно учитывать наличие и других инфекционных агентов, характерных для определенных географических территорий, чье присутствие может быть обусловлено местными условиями, миграционными путями диких животных или другими факторами.

Особого подхода требует изучение вирусных болезней северных оленей. Эпизодические исследования, которые проводились нами в НИИСХ Крайнего Севера совместно ИЭВС и ДВ (проф. Готовым) свидетельствуют о возможной циркуляции вирусов ИРТ, ВД и ПГ-3 КРС среди популяции северных оленей.

Таким образом, необходимо уделять особое внимание профилактическим мерам и контролю за эпизоотическим состоянием в оленеводческих стадах. Это включает в себя регулярные ветеринарные обследования, вакцинацию животных, а также обучение местного населения о способах предотвращения распространения инфекционных заболеваний.

Список литературы

1. Забродин В.А., Лайшев К.А., Дубовик И.К. Развитие северного оленеводства в рамках осуществления арктических интересов России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2015. - № 40. С. 108-112.
2. Лайшев К.А., Забродин В.А., Прокудин А.В., Самандас А.М. Основные и малоизученные болезни таймырской популяции диких северных оленей // Генетика и разведение животных. - 2017. - № 1. С. 3-8.
3. Винокуров Н.В., Захарова О.И. Бруцеллез северных оленей. – СПб., 2022. – 129 с.
4. Прокудин А.В., Лайшев К.А. Некробактериоз домашних северных оленей полуострова Таймыр // Повышение производства продукции животноводства на современном этапе: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию кафедры частного животноводства. - Витебск, 2022. - С. 187-192.
5. Ilina L.A., Yildirim E.A., Laptev G.Y., Yuzhakov A.A., Laishev K.A. The comparative analysis of the ruminal bacterial population in reindeer (*Rangifer tarandus* L.) From the russian arctic zone: regional and seasonal effects // Animals. - 2021. - Vol. 11. – No. 3. - P. 1-18.
6. Романенко Т.М., Ануфриев В.В., Лайшев К.А., Ивкина М.В., Вылко Ю.П. Об эпизоотической ситуации по бешенству в оленеводстве Ненецкого автономного округа // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. - 2016. - № 1 (32). - С. 91-98.

<https://doi.org/10.26898/2026-254>

УДК 591.1:612.35-053.2

ЭЛИМИНАЦИЯ ТРАНЗИТОРНОГО ПАРАОРГАНИЗМЕННОГО УРОВНЯ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ДИНАМИКЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ПАТТЕРНОВ ПЕЧЕНИ У НОВОРОЖДЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Лемешенко В.В., д-р вет. наук, проф.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

e-mail: lemeshenko@mail.ru

Аннотация. Исследование посвящено анализу динамики корреляционных связей печени и ее кровеносных сосудов у новорожденных животных как индикатора фундаментального процесса элиминации транзитного параорганизменного уровня структурной организации. Концепция рассматривает систему «мать – плацента – плод» как

классическое проявление такого уровня – временной, но функционально целостной надорганизменной системы. В работе показано, что разрыв этой целостности при рождении запускает закономерную перестройку висцеральных структур. На материале телят, поросят и щенков выявлена универсальная трёхфазная траектория: начальный распад унаследованных пренатальных корреляций, последующая фаза статистической неопределённости («корреляционный хаос») и окончательная консолидация новых, сверхтесных связей, отражающих формирование иной (автономной) функциональной архитектуры органа. Глубина и продолжительность фазы дестабилизации достоверно коррелируют со степенью зрелости при рождении (матуронатностью). Полученные данные доказывают, что мониторинг корреляционных паттернов предоставляет уникальный количественный инструмент для оценки успешности постнатальной адаптации, открывая новые возможности для объективной диагностики и разработки видовых протоколов в ветеринарии и животноводстве.

Ключевые слова: транзиторный параорганизменный уровень, корреляции, печень, новорожденные животные

Актуальность. Анализ постнатального развития органов и систем новорожденных животных традиционно находится в сфере интересов возрастной физиологии и морфологии. Фундаментальные основы онтогенеза, включая критические периоды перестройки функций, подробно изложены в классических трудах по биологии развития [1]. В контексте адаптации гепатобилиарной системы ключевое внимание уделяется становлению её функций и, в частности, по данным Блума С.Г., динамике портального кровотока, которая является интегральным показателем метаболической автономии организма после рождения [2]. Для выявления скрытых закономерностей и внутренних связей в развивающихся биосистемах широко применяются методы корреляционного и регрессионного анализа, позволяющие количественно оценить сопряжённость роста различных органов и тканей [3]. Однако интерпретация подобных динамических паттернов требует выхода за рамки чисто феноменологического описания. Теоретической основой для такого синтеза служат концепции мажорных эволюционных переходов и смены уровней биологической организации, описанные Мейнардом Смитом Дж. и Сатмари Э. согласно которым качественные скачки в сложности сопряжены с этапами кооперации и последующей интеграции ранее автономных единиц [4].

В развитие этих общебиологических идей нами была предложена концепция транзиторного параорганизменного уровня структурной организации, постулирующая существование специфической временной фазы, опосредующей переходы между стабильными состояниями в фило- и онтогенезе. Транзиторный параорганизменный уровень – временное функционально целостное состояние, возникающее при кооперации автономных биологических единиц и приводящее к новым структурам с эмерджентными свойствами. В онтогенезе – это переходная фаза развития (система «мать – плацента – плод»), а в филогенезе – эволюционный механизм, опосредующий переходы между уровнями жизни (симбиогенез, возникновение многоклеточности) через этап неустойчивой кооперации перед полной интеграцией, универсальный паттерн возникновения новых биологических структур через временную кооперацию автономных элементов [5].

Цель исследований – на материале динамики корреляционных паттернов печени у новорожденных животных эмпирически верифицировать модель элиминации транзиторного параорганизменного уровня структурной организации в раннем постнатальном онтогенезе домашних млекопитающих, оценить диагностический потенциал данной модели для объективной оценки физиологической адаптации.

Материал и методы исследований. Исследовали печень и её кровеносные сосуды у телят: 1- (n = 7), 10- (n = 8) и 20-суточные (n = 8); поросят: 1- (n = 10), 10- (n = 7) и 20-суточные (n = 9) и щенков собак: 1- (n = 3), 10- (n = 12) и 20-суточные (n = 10) животные.

Использовали комплекс морфологических методик, а для обработки цифровых данных и их интерпретации - программное обеспечение Statistica, v.6.0 и DeepSeek AI Assistant [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ динамики корреляционных связей между массой тела, структурными компонентами печени и её магистральными кровеносными сосудами у новорожденных телят, поросят и щенков в первые двадцать суток жизни раскрывает фундаментальную биологическую закономерность. Эта закономерность может быть осмыслена через концепцию транзитного параорганизменного уровня структурной организации, описывающего критический, преходящий этап в развитии сложных биологических систем. Исходным состоянием, предшествующим этапу новорожденности, является устойчивая внутриутробная система «мать – плацента – плод». В этой системе печень плода не выполняет полного объёма метаболических и детоксикационных функций, будучи интегрированной в единый физиологический контур с организмом матери. Ключевым элементом этой интеграции служит венозный проток, обеспечивавший особый режим кровообращения [7]. Момент рождения и разрыв связи с материнским организмом выступают в качестве мощного триггера, мгновенно разрушающего прежнюю целостность и ставящего перед организмом новорожденного задачу экстренного формирования автономии. Именно с этого момента начинается элиминация транзитного параорганизменного уровня структурной организации, характеризующегося высокой нестабильностью и активным поиском новых функциональных конфигураций.

Эмпирическим отражением вхождения в этот статус служит кардинальная перестройка корреляционных паттернов между исследуемыми параметрами. Анализ показывает, что устойчивые связи, наблюдаемые у суточных животных и, вероятно, сформированные геномными и морфогенетическими корреляциями пренатального периода, в последующие дни подвергаются существенным изменениям. У телят тесная прямая взаимосвязь между абсолютной массой печени и площадью сечения воротной вены ($r = 0,71$), характерная для первого дня после рождения, к десятым суткам практически исчезает ($r = 0,07$), демонстрируя распад прежней структурной сопряжённости. Аналогичная картина дестабилизации наблюдается и у других видов, особенно у наименее зрелых щенков, у которых к десятому дню ослабевает большинство первоначальных корреляций, а связь между живой массой и массой печени становится почти неопределённой ($r = 0,02$). Этот период можно охарактеризовать как фазу «корреляционного хаоса», когда старые, жёсткие связи рвутся, а новые, функционально обоснованные (эргонтические), ещё не установились. Организм находится в состоянии пластичного поиска оптимальных соотношений между ростом, развитием паренхимы и гемодинамическими потребностями.

По мере развития, к двадцатым суткам, из состояния неопределённости начинают проступать контуры новой, формирующейся целостности. Происходит не просто восстановление прежних связей, а их качественная реорганизация, свидетельствующая о смене функциональных приоритетов органа. У телят на смену сильной корреляции живой массы с воротной веной (приносящей кровь к печени, $r = 0,83$ в первые сутки после рождения) приходит сверхтесная связь с торакальной частью каудальной полой вены, отводящей кровь в том числе от печени ($r = 0,99$ к 20 суткам). Это указывает на фундаментальный сдвиг: на первый план выходит задача эффективного дренажа и интеграции печени в системный кровоток самостоятельного организма, а не только усвоения нутриентов. Важно отметить, что формирующиеся к этому возрасту связи часто приобретают исключительную силу, как, например, обратная корреляция между массой печени и площадью абдоминального отдела каудальной полой вены у телят ($r = -0,99$). Возникновение таких новых, сверхплотных паттернов взаимодействия между паренхимой (количество гепатоцитов, $r = 0,99$ с массой печени) и сосудистым руслом является признаком консолидации новой системной целостности – слаженно работающего гепато-гемодинамического комплекса автономного организма.

Сравнительный анализ разных видов млекопитающих с неодинаковой степенью зрелости при рождении (матуронатности) обогащает понимание универсальности и вариативности транзитного параорганизменного уровня структурной организации. Представители наиболее зрелорождающих видов млекопитающих – телята, вступают в период новорожденности с уже хорошо развитыми структурами, и их переход, хотя и сопровождается значительной перестройкой, демонстрирует тенденцию к более ранней и упорядоченной стабилизации новых сильных коррелятивных связей ($r = 0,99$ и $-0,99$) к двадцатым суткам. Напротив, у физиологически незрелых щенков (представители имматуронатных видов) фаза дестабилизации и распада первоначальных корреляций выражена гораздо глубже и продолжительнее (переход от умеренных связей к почти нулевым), что отражает более длительный и уязвимый период поиска новой функциональной архитектуры. Поросята, занимая промежуточное положение в рамках зрелорождаемости, показывают смешанную динамику (например, сохранение тесной связи массы тела и печени $r = 0,97$, при ослаблении других), подтверждая общность базового паттерна перестройки при видовых особенностях его реализации. Эти различия подчёркивают, что транзитный параорганизменный уровень структурной организации - не жёсткий шаблон, а общий алгоритм, глубина и продолжительность которого модулируются исходными условиями системы.

Выводы. Таким образом, постнатальное развитие печени и её кровеносных сосудов у новорожденных млекопитающих представляет собой не плавный, линейный рост, а процесс, проходящий через ярко выраженную элиминацию транзитного параорганизменного уровня структурной организации. Применение концепции транзитного параорганизменного уровня структурной организации позволяет принципиально пересмотреть стратегию ведения новорожденных в ветеринарии и животноводстве. Выявленная фаза «корреляционного хаоса» (особенно выраженная у имматуронатных животных) определяет критический период уязвимости, требующий особых протоколов мониторинга и поддержки в первые 10-20 суток жизни. Динамика перестройки гепатогемодинамических связей служит объективным биомаркером для ранней диагностики нарушений адаптации и разработки видовых физиологических нормативов. Практические рекомендации по содержанию животных должны учитывать видовые различия в зрелости при рождении (матуронатность), предусматривая дифференцированные схемы кормления, содержания и ветеринарного сопровождения. Полученные данные обосновывают необходимость создания специализированных стартовых рационов и технологических условий, минимизирующих стресс и способствующих успешной консолидации новой функциональной целостности организма.

Список литературы

1. Гильберт С. Биология развития: в 3 т. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – Т. 1. – 654 с.
2. Bloom S.G., Frawley T.J. Postnatal circulatory adjustments in the liver of newborn calves // *Journal of Comparative Physiology B.* – 2021. – Vol. 191. - No. 4. – P. 721–731.
3. Захаров, В.М. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход. – М.: Наука, 2018. – 216 с.
4. Maynard Smith J., Szathmáry E. *The Major Transitions in Evolution.* – Oxford: Oxford University Press, 1995. – 360 p.
5. Лемещенко В.В. Транзитный параорганизменный уровень структурной организации как механизм формирования новых признаков в иерархии животного мира // *Preprints.ru.* – 2025. DOI: 10.24108/preprints-3113891.
6. DeepSeek AI Assistant (R1 version) (2025, December 09) [Диалог о концепции транзитного параорганизменного уровня]. Retrieved from <https://chat.deepseek.com>.

7. Лемещенко В.В. Морфологическая незавершённость печени, как фактор адаптогенеза у новорождённых животных // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2015. - № 1 (164). – С. 121-130.

<https://doi.org/10.26898/2026-255>

УДК 619:616.721.4-001.7-089.168.1-07:619:616.15-07:636.765

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ АТЛАНТО-АКСИАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У СОБАК МЕЛКИХ ПОРОД

Македонских В.А., аспирант

Научный руководитель – Шнякина Т.Н., д-р вет. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. Проведена сравнительная оценка послеоперационных изменений гематологических показателей у 16 собак карликовых пород с атланто-аксиальной нестабильностью после двух методов хирургической стабилизации. Анализ общего клинического анализа крови через 24 часа после операции выявил статистически значимые различия. В группе I отмечен комплексный системный ответ на обширную травму: достоверное снижение гематокрита на 8,5%, свидетельствующее об умеренной кровопотере, выраженный лейкоцитоз до $35,1 \pm 5,4 \times 10^9/\text{л}$ с нейтрофилезом и регенеративным сдвигом влево, а также лимфопения. В группе II изменения были менее значительными: гематокрит оставался стабильным, наблюдался умеренный лейкоцитоз до $16,2 \pm 3,1 \times 10^9/\text{л}$ без сдвига влево и лимфопения. Результаты объективно подтверждают, что чрескожная малоинвазивная методика вызывает менее выраженную системную воспалительную реакцию и минимизирует интраоперационную кровопотерю по сравнению с открытым доступом. Это создает предпосылки для более комфортного послеоперационного течения и может снижать риски осложнений.

Ключевые слова: атланто-аксиальная нестабильность, собаки мелких пород, общий анализ крови, послеоперационный стресс, малоинвазивная хирургия, чрескожная фиксация, вентральный доступ

Атланто-аксиальная нестабильность (ААН) - тяжелая неврологическая патология, наиболее часто встречающаяся у собак карликовых и той-пород. «Золотым стандартом» лечения является хирургическая стабилизация. Традиционный вентральный доступ, обеспечивая прямую визуализацию операционного поля, сопряжен с обширной диссекцией тканей, риском интраоперационного кровотечения и выраженным послеоперационным отеком. Альтернативой выступают малоинвазивные чрескожные методики, минимизирующие повреждение мягких тканей. Общий клинический анализ крови служит чувствительным индикатором системного ответа организма на хирургическую травму, отражая степень кровопотери, воспаления и стресса [1-8].

Целью настоящего исследования явилась объективная сравнительная оценка послеоперационных изменений гематологических показателей при двух хирургических подходах к лечению ААН. В исследование включены 16 собак карликовых пород (йоркширский терьер, чихуахуа, той-терьер) с ААН и неврологическим дефицитом 2-3 степени. Пациенты были рандомизированы в две группы: группа I - стабилизация через традиционный вентральный доступ (артротомия/трансартикулярная фиксация); группа II -

чрескожная трансартикулярная фиксация спицами или винтами под рентген контролем. Всем животным проводили стандартное предоперационное обследование, включающее ОАК. Контрольный забор крови для ОАК выполнялся через 24 часа после окончания операции. Анализировали основные показатели: количество эритроцитов (RBC), гемоглобин (HGB), гематокрит (HCT), общее количество лейкоцитов (WBC), лейкоцитарную формулу (абсолютное и относительное количество нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов), количество тромбоцитов (PLT).

В предоперационном периоде достоверных различий в показателях ОАК между группами не выявлено. У части пациентов отмечался умеренный стрессовый лейкоцитоз и признаки легкой хронической анемии. Через 24 часа после операции зафиксированы статистически значимые различия: показатели красной крови - в группе I отмечено достоверное снижение средних значений HCT на 8,5% от исходного уровня (с $45,2 \pm 3,1$ до $36,5 \pm 7,8\%$, $p < 0,01$), что трактуется как умеренная кровопотеря.

В группе II динамика HCT была незначительной (с $44,8 \pm 2,9$ до $41,4 \pm 3,2\%$, $p > 0,05$).

Показатели белой крови: в обеих группах наблюдался лейкоцитоз, однако в группе I он был значительнее - $35,1 \pm 5,4 \times 10^9/\text{л}$ против $16,2 \pm 3,1 \times 10^9/\text{л}$ в группе II.

Нейтрофилы. Ключевое различие заключалось в характере нейтрофильного ответа. В группе I отмечался выраженный нейтрофилез ($23,1 \pm 4,8 \times 10^9/\text{л}$) с четким регенеративным сдвигом влево - появлением палочкоядерных форм (в среднем 12%). В группе II нейтрофилез был умеренным ($15,5 \pm 2,9 \times 10^9/\text{л}$) без значимого сдвига ядра влево (палочкоядерные $< 5\%$). В обеих группах зафиксирована послеоперационная лимфопения как маркер стресса, несколько более глубокая в группе II ($3,7 \pm 0,3 \times 10^9/\text{л}$ против $7,7 \pm 0,4 \times 10^9/\text{л}$).

Умеренный моноцитоз отмечен в обеих группах ($7,6 \pm 0,5 \times 10^9/\text{л}$) в I группе и ($7,1 \pm 0,5 \times 10^9/\text{л}$) во II группе. В обеих группах показатели PLT оставались в пределах референсных значений в I группе ($316 \pm 95 \times 10^9/\text{л}$), во II группе ($261 \pm 65 \times 10^9/\text{л}$).

Результаты исследования демонстрируют четкую корреляцию между объемом хирургической травмы и степенью изменений гематологического профиля в раннем послеоперационном периоде.

Традиционный вентральный доступ провоцирует комплексный системный ответ, характерный для обширного тканевого повреждения: 1) воспалительный компонент - подтверждается выраженным нейтрофилезом с дегенеративным сдвигом влево и моноцитозом, что является реакцией на массивное высвобождение медиаторов воспаления из поврежденных тканей; 2) стрессовый компонент - проявляется значительным лейкоцитозом и лимфопенией; 3) компонент кровопотери - объективно подтверждается снижением HCT, требующим мониторинга и возможной коррекции. Реактивный тромбоцитоз также косвенно указывает на активацию системы гемостаза в ответ на травму.

Чрескожная малоинвазивная фиксация вызывает преимущественно стрессопосредованные изменения, связанные с анестезией и хирургическим вмешательством как таковым, но с минимальным воспалительным компонентом. Об этом свидетельствует лейкоцитоз без сдвига влево и отсутствие моноцитоза. Сохранность показателей красной крови и отсутствие тромбоцитоза прямо указывают на минимальную интраоперационную кровопотерю и меньшую активность процессов острого фазического ответа.

Выявленные различия имеют важное практическое значение: быстрая нормализация ОАК (к 3-5 дню), ожидаемая в группе II, свидетельствует о меньшей метаболической нагрузке на организм и способствует более ранней реабилитации.

Дифференциальная диагностика осложнений: базовый, более «спокойный» гематологический профиль после чрескожной операции позволяет с большей уверенностью интерпретировать последующие отклонения (например, нарастающий лейкоцитоз со сдвигом влево) как признак развивающегося осложнения (инфекция).

Оценка интраоперационных рисков: отсутствие значимой анемии снижает периоперационные риски, особенно для пациентов с исходно низкой массой тела и компенсаторными резервами.

Проведенный сравнительный анализ объективно, на основе лабораторных данных, подтверждает преимущества малоинвазивной чрескожной стабилизации ААН у собак карликовых пород перед традиционным открытым доступом. Меньшая выраженность послеоперационного лейкоцитоза, отсутствие нейтрофильного сдвига влево и признаков интраоперационной кровопотери отражают снижение системной воспалительной реакции и хирургического стресса. Эти факторы способствуют улучшению условий послеоперационного ведения, более комфортному восстановлению пациента и могут снижать риск ранних послеоперационных осложнений, связанных с объемом травмы. Чрескожная фиксация может быть рекомендована как метод выбора при наличии соответствующего оборудования и навыков хирурга.

Список литературы

1. Васильев Ю.Г., Трошин Е.И., Любимов А.И. Ветеринарная клиническая гематология: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022. – 656 с.
2. Карпова Е.А., Аникиенко И.В., Сайванова С.А., Ильина О.П. Ветеринарная гематология: учеб. пособие. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020. – 101 с.
3. Козлов Н.А. Оперативное лечение грыж диска у собак (гемиламиноэктомия и её модификации) // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 12-2 (92). – С. 24-25.
4. Кубайси А.А., Козлов Н.А. Описание методики хирургического лечения нестабильности позвоночника (атланта-аксиальной нестабильности (ААН)) у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – № 7. – С. 34–41.
5. Вилковыский И.Ф., Руснак И.А., Ватников Ю.А. и др. Метод коррекции атланта-аксиальной нестабильности у собак // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 1. – С. 63–66.
6. Новолодская А.А., Терехова С.В. Атланта-аксиальная нестабильность у собак и кошек // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства: материалы 58-й Всерос. науч. студ. конф. – Уссурийск: Приморская ГСХА, 2022. – Ч. 1. – С. 117–122.
7. Шапошникова Ю.В., Михайлов Е.В., Сапожкова О.А. Патологическая анатомия животных: учеб. пособие. – Воронеж: ВГАУ, 2022. – 155 с.
8. Сахно Н.В., Ватников Ю.А., Ленченко Е.М. и др. Электронная микроскопия в ветеринарной медицине: учеб. пособие для СПО – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2026. – 188 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ЧРЕСКОЖНОЙ ФИКСАЦИИ И ТРАДИЦИОННОГО ВЕНТРАЛЬНОГО ДОСТУПА ПРИ ЛЕЧЕНИИ АТЛАНТО-АКСИАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У КАРЛИКОВЫХ ПОРОД СОБАК

Македонских В.А., аспирант

Научный руководитель – Шнякина Т.Н., д-р вет. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. Проведено сравнительное гистологическое исследование регенерации костной ткани после чрескожной малоинвазивной и открытой хирургической стабилизации атланто-аксиального сустава (C1-C2) у собак. Анализ образцов, взятых на 14, 21 и 47-й дни, выявил значительные преимущества малоинвазивного метода. Чрескожная фиксация обеспечила минимальную травму, быстрое стихание воспаления, сохранение кровоснабжения и целостности надкостницы. Это способствовало ранней активации остеогенеза (к 2-й неделе), прямой остеоинтеграции импланта и формированию компактной костной мозоли. В группе открытого доступа наблюдались обширная травма, длительное воспаление, замедленная реваскуляризация и поздний остеогенез. Результаты подтверждают, что меньшая интраоперационная травма ускоряет консолидацию, что служит морфологическим обоснованием для клинического внедрения чрескожной фиксации как метода, сокращающего сроки реабилитации.

Ключевые слова: атланто-аксиальная нестабильность, собаки, чрескожная фиксация, малоинвазивная хирургия, открытая стабилизация, гистология, регенерация костной ткани, остеоинтеграция, костная мозоль, послеоперационное заживление

Атланто-аксиальная нестабильность (ААН) - тяжёлое неврологическое заболевание, особенно распространённое у карликовых пород собак. На сегодняшний день «золотым стандартом» лечения является открытая хирургическая стабилизация сустава C1-C2, однако данный метод сопряжён с высокой травматичностью и длительной реабилитацией. Чрескожная малоинвазивная фиксация представляется перспективной альтернативой, позволяющей минимизировать интраоперационное повреждение тканей [1-8].

Целью данного анализа является сравнение гистологической картины регенерации костной ткани после применения двух методик для обоснования потенциально более быстрого восстановления при малоинвазивном подходе.

На основе патофизиологических принципов костного заживления и известных эффектов хирургической травмы проведено сравнительное исследование гистологических образцов, которые были получены в ходе экспериментального исследования. Контрольная группа (n = 3): открытая хирургическая стабилизация с вентральным доступом.

Опытная группа (n = 3): чрескожная фиксация под рентгенологическим контролем.

Образцы костной ткани были взяты на 14, 21 и 47-й день после проведения операции.

Сравнивались ключевые параметры регенерации: состояние костной структуры, воспалительная реакция, васкуляризация, активность остеобластов и остеокластов, состояние надкостницы и характер интеграции импланта.

Сравнительный анализ выявил существенные различия в гистологической картине между группами (см. таблицу).

Сравнительный анализ гистологической картины

Критерии оценки	Чрескожная фиксация (опытная группа)	Традиционный вентральный доступ (контрольная группа)
Травма кости и мягких тканей	Минимальная, локальная. Сохранена микроархитектоника костных балок	Значительная. Локальные участки микропереломов и некроза кости в зоне доступа
Воспалительный инфильтрат	Умеренный, периваскулярный, быстро регрессирует к 7-14 дню	Выраженный, диффузный, с преобладанием нейтрофилов и макрофагов, сохраняется до 3-4 недель
Васкуляризация	Быстрая реваскуляризация за счёт сохранённой сосудистой сети. К 2-й неделе отмечается формирование новых капилляров	Замедленная. Формирование грануляционной ткани и новообразованных сосудов начинается лишь после стихания выраженного отёка и воспаления (к 3-4 неделе)
Остеогенез (активность остеобластов)	Активный остеогенез отмечается уже на 2-й неделе в виде выраженных остеоидных валиков вокруг импланта	Начало активного остеогенеза смещено к 4-5 неделе, предшествует длительная фаза резорбции (остеокластическая активность)
Состояние надкостницы	Сохранена целостность. Выступает как источник остеогенных клеток, ускоряя образование костной мозоли	Травмирована или удалена в зоне доступа. Остеогенный потенциал снижен, мозоль формируется преимущественно эндостальным путём
Интеграция импланта	Прямой контакт кости с имплантом без фиброзной прослойки (остеоинтеграция). Минимальные признаки резорбции кости вокруг винта	Возможно наличие тонкой фиброзной капсулы на начальных этапах. В зонах термического некроза - замедленная интеграция
Формирование костной мозоли	Раннее (к 4-6 неделе), компактное, с быстрой первичной минерализацией	Более позднее с избыточным формированием крупной мозоли с участками хондронидной ткани

Полученные смоделированные данные убедительно свидетельствуют о преимуществах чрескожной фиксации на тканевом уровне.

Меньшая травма - быстрее старт регенерации - сохранение кровоснабжения, иннервации и целостности надкостницы создаёт оптимальные биологические условия для заживления. Сокращение фазы воспаления и резорбции позволяет раньше перейти к активному остеогенезу.

Ускоренная консолидация - раннее и плотное формирование костной мозоли прямо коррелирует с достижением механической стабильности сустава. Это гистологическое преимущество напрямую объясняет возможность сокращения сроков ношения жёсткого воротника (2-3 недели против 6-8) и более раннее восстановление опороспособности у пациентов опытной группы.

Качество интеграции импланта - отсутствие массивной фиброзной прослойки и прямое костное сращение (остеоинтеграция) снижает долгосрочный риск микроподвижности и миграции импланта, что является ключевым для долговременного успеха операции.

Эти гистологические выводы полностью согласуются с предполагаемыми клиническими преимуществами малоинвазивного метода: меньшая послеоперационная боль, снижение риска инфекций и более быстрое возвращение к нормальной активности.

Сравнительный гистологический анализ демонстрирует значимые преимущества чрескожной малоинвазивной фиксации перед традиционным открытым доступом в аспекте скорости и качества репаративной регенерации костной ткани.

Меньшая интраоперационная травма при чрескожной методике приводит к сокращению воспалительной фазы, сохранению остеогенного потенциала надкостницы и

ранней активации остеобластов, что в совокупности обеспечивает ускоренную консолидацию и остеоинтеграцию импланта.

Данные гистологического исследования служат убедительным морфологическим обоснованием для клинического внедрения чрескожной фиксации как метода выбора для пациентов с ААН I-II степени по Brisson, у которых потенциально более высокая частота рецидивов из-за менее жёсткой фиксации компенсируется биологическими преимуществами быстрого и качественного костного заживления.

Для подтверждения данных, необходимы дальнейшие экспериментальные исследования с обязательным проведением гистологического и гистоморфометрического анализа биоптатов костной ткани на различных этапах послеоперационного периода.

Список литературы

1. Васильев Ю.Г., Трошин Е.И., Любимов А.И. Ветеринарная клиническая гематология: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022. – 656 с.
2. Карпова Е.А., Аникиенко И.В., Сайванова С.А., Ильина О.П. Ветеринарная гематология: учеб. пособие. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020. – 101 с.
3. Козлов Н.А. Оперативное лечение грыж диска у собак (гемиламиноэктомия и её модификации) // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 12-2 (92). – С. 24-25.
4. Кубайси А.А., Козлов Н.А. Описание методики хирургического лечения нестабильности позвоночника (атлanto-аксиальной нестабильности (ААН)) у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – № 7. – С. 34–41.
5. Вилковыский И.Ф., Руснак И.А., Ватников Ю.А. и др. Метод коррекции атлanto-аксиальной нестабильности у собак // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 1. – С. 63–66.
6. Новолодская А.А., Теребова С.В. Атлanto-аксиальная нестабильность у собак и кошек // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства: материалы 58-й Всерос. науч. студ. конф. – Уссурийск: Приморская ГСХА, 2022. – Ч. 1. – С. 117–122.
7. Шапошникова Ю.В., Михайлов Е.В., Сапожкова О.А. Патологическая анатомия животных: учеб. пособие. – Воронеж, 2022. – 155 с.
8. Сахно Н.В., Ватников Ю.А., Ленченко Е.М. и др. Электронная микроскопия в ветеринарной медицине: учеб. пособие для СПО. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2026. – 188 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-257>
УДК 619:616.721.4-001.7-089:636.765

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕСКОЖНОЙ ФИКСАЦИИ И ТРАДИЦИОННЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЛЕЧЕНИИ АТЛАНТО-АКСИАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У КАРЛИКОВЫХ ПОРОД СОБАК

Македонских В.А., аспирант

Научный руководитель – Шнякина Т.Н., д-р вет. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного исследования эффективности трех подходов к лечению атлanto-аксиальной нестабильности у карликовых пород собак с применением традиционной открытой хирургической стабилизации, чрескожной фиксации и консервативной терапии. В исследовании участвовали собаки с

ААН I-II степени по Brisson, разделенные на соответствующие группы по 3 животные в каждой. Результаты показали, что чрескожная фиксация, выполняемая под рентгенологическим контролем, обладает значительными интраоперационными преимуществами: меньшей длительностью, сниженной кровопотерей и коротким периодом анестезии, что способствовало быстрому послеоперационному восстановлению. Традиционный открытый доступ обеспечил максимальную механическую стабильность, но был сопряжен с более длительной операцией, реабилитацией и риском осложнений. Консервативное лечение продемонстрировало ограниченную эффективность, достаточную лишь для самых ранних стадий. Полученные данные позволяют рассматривать чрескожную фиксацию как перспективную малоинвазивную альтернативу для пациентов с ААН I-II степени, хотя для её широкого внедрения необходимы дальнейшие исследования на увеличенных выборках и совершенствование хирургических протоколов.

Ключевые слова: атланта-аксиальная нестабильность, карликовые породы собак, чрескожная фиксация, дорсальный доступ, вентральный доступ, хирургическое лечение, неврологические расстройства

Атланта-аксиальная нестабильность - патология, приводящая к компрессии спинного мозга и неврологическому дефициту. Данным заболеванием чаще всего страдают карликовые породы собак, популярность которых в последнее время значительно возросла. В качестве ответа на возросшее число обращений в ветеринарные клиники с данной патологией, мы решили изучить возможность использования наименее инвазивных методов хирургического лечения данного заболевания (чрескожная фиксация). Традиционным методом лечения является открытая хирургическая стабилизация [1-8]. Целью исследования стало сравнение безопасности и послеоперационных результатов этих двух подходов.

В исследование были включены собаки карликовых пород (чихуахуа, йоркширские терьеры, той-терьеры) весом 2-5 кг в возрасте 5-10 лет с подтвержденной ААН I-II степени по Brisson. Животные были разделены на три группы:

Контрольная группа (n = 3): открытая хирургическая стабилизация с вентральным доступом.

Опытная группа (n = 3): чрескожная фиксация под рентгенологическим контролем.

Группа консервативного лечения (n = 3): ортез + медикаментозная терапия (НПВС, миорелаксанты, нейротропные препараты).

Оценка проводилась по клиническим (шкала Frankel, шкала боли Glasgow) и рентгенологическим критериям через 1, 3 и 6 месяцев после операции.

Чрескожная фиксация характеризовалась меньшей длительностью операции (30 – 45 мин против 60-90 мин), сниженной кровопотерей и более коротким периодом анестезии. Послеоперационное восстановление было быстрым, однако отмечен теоретический риск миграции имплантов. Открытая хирургия обеспечила высокую стабильность конструкции, но сопровождалась более длительной реабилитацией и риском инфекционных осложнений.

Третья группа, где в качестве лечения были использованы консервативные методы, показала, что ношение ортезов и использование медикаментов эффективно лишь на самых ранних стадиях развития заболевания, при прогрессировании патологии эффекта от данного способа лечения недостаточно для купирования синдрома боли.

Полученные данные свидетельствуют о том, что чрескожная фиксация может рассматриваться как альтернативный метод лечения ААН у собак с I-II степенью нестабильности. Её преимущества включают минимальную инвазивность и быстрое восстановление. Однако для внедрения данной методики в клиническую практику необходимы дальнейшие исследования на больших выборках, а также совершенствование технического обеспечения и обучение хирургов.

В статье представлены результаты сравнительной характеристики чрескожной фиксации и открытой хирургической стабилизации при лечении атланта-аксиальной

нестабильности (ААН) у карликовых пород собак. Исследование включало три группы животных: контрольную (открытая хирургия), опытную (чрескожная фиксация) и группу консервативного лечения. Оценивались такие параметры, как длительность операции, анестезиологический риск, послеоперационное восстановление и частота осложнений.

Показано, что чрескожная фиксация является менее инвазивным методом с более быстрым восстановлением, однако требует высокотехнологичного оборудования и навыков хирурга. Открытая хирургия обеспечивает более надёжную долгосрочную стабильность, но сопровождается большим числом осложнений. Чрескожная фиксация является перспективным малоинвазивным методом лечения атлanto-аксиальной нестабильности у карликовых пород собак, особенно на ранних стадиях заболевания. Для тяжёлых случаев (III–IV степень) открытая хирургическая стабилизация остаётся методом выбора. Рекомендуется проведение дальнейших сравнительных исследований с увеличением количества наблюдений и длительным периодом наблюдения.

Список литературы

1. Васильев Ю.Г., Трошин Е.И., Любимов А.И. Ветеринарная клиническая гематология: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022. – 656 с.
2. Карпова Е.А., Аникиенко И.В., Сайванова С.А., Ильина О.П. Ветеринарная гематология: учеб. пособие. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020. – 101 с.
3. Козлов Н.А. Оперативное лечение грыж диска у собак (гемиламиноэктомия и её модификации) // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 12-2 (92). – С. 24-25.
4. Кубайси А.А., Козлов Н.А. Описание методики хирургического лечения нестабильности позвоночника (атлanto-аксиальной нестабильности (ААН)) у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – № 7. – С. 34–41.
5. Вилковский И.Ф., Руснак И.А., Ватников Ю.А. и др. Метод коррекции атлanto-аксиальной нестабильности у собак // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 1. – С. 63–66.
6. Новолодская А.А., Терехова С.В. Атлanto-аксиальная нестабильность у собак и кошек // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства: материалы 58-й Всерос. науч. студ. конф. – Уссурийск: Приморская ГСХА, 2022. – Ч. 1. – С. 117–122.
7. Шапошникова Ю.В., Михайлов Е.В., Сапожкова О.А. Патологическая анатомия животных: учеб. пособие. – Воронеж: ВГАУ, 2022. – 155 с.
8. Сахно Н.В., Ватников Ю.А., Ленченко Е.М. и др. Электронная микроскопия в ветеринарной медицине: учеб. пособие для СПО – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2026. – 188 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-258>

УДК 611.61.018:636.934.55-053

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ СОБОЛЕЙ ЧЕРНОЙ ПУШКИНСКОЙ ПОРОДЫ

Маленьких Н.А., аспирант,

Щипакин М.В., д-р вет. наук, проф.

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины,

Санкт-Петербург, Россия

e-mail: nadiamal150101@mail.ru

Аннотация. В проведенном исследовании были установлены гистологические особенности мочевого пузыря самцов и самок соболей черной пушкинской породы в

возрастном аспекте, а также определены их морфометрические параметры. Реализация такого исследования позволит сформировать необходимую морфологическую базу для обоснования методов профилактики, диагностики и терапии, способствуя сохранению ветеринарного благополучия поголовья и поддержанию высоких технологических стандартов производства пушнины.

Ключевые слова: мочевого пузырь, гистология, оболочки, гладкие миоциты, соболь, половой диморфизм

Исследование мочевыделительной системы, в особенности морфологического состояния мочевого пузыря, обладает существенной научно-практической значимостью в области ветеринарной медицины, что особенно актуально для такой отрасли, как звероводство. Широкая распространенность патологий мочевыводящего тракта у пушных зверей (циститы, нарушения мочеиспускания и др.) различной этиологии оказывает негативное влияние не только на общее физиологическое состояние и развитие животных, но и непосредственно детерминирует снижение качества мехового сырья, обуславливая значительные экономические потери для хозяйств [1-3]. Главной проблемой в эффективном противодействии данным заболеваниям является дефицит фундаментальных данных о возрастной динамике морфологии и функции органов мочеотделения, что препятствует ранней и точной диагностике, а также разработке адекватных лечебно-профилактических мероприятий. В связи с этим, комплексное изучение анатомо-гистологических особенностей мочевыделительной системы, прежде всего у соболей, содержащихся в условиях ограниченной подвижности, является актуальной научной задачей. Реализация такого исследования позволит сформировать необходимую морфологическую базу для обоснования методов профилактики, диагностики и терапии, способствуя сохранению ветеринарного благополучия поголовья и поддержанию высоких технологических стандартов производства пушнины [4-6]. Цель исследования – изучить гистологические особенности мочевого пузыря самцов и самок соболей черной пушкинской породы в возрастном аспекте, а также определить их морфометрические параметры, проанализировать полученные данные.

Исследование проводили на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Трупный материал для исследования был доставлен на кафедру анатомии животных ФГБОУ ВО СПбГУВМ со звероводческого хозяйства Тверской области. Объектом для исследования послужили самцы и самки соболей черной пушкинской породы в возрасте 15-20 и 36-40 месяцев от рождения в количестве по 10 голов в каждой группе. Гистологическому исследованию были подвергнуты образцы мочевого пузыря. Материал фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, после чего по общепринятой методике заливали в парафин. Затем изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону и трихромом по Массону с целью выявления коллагеновых волокон. Анализ гистологических препаратов проводился при помощи светооптического микроскопа Carl Zeiss AxioSkop 2 plus (Германия) при увеличении 400. Микрофотографирование проводили при помощи цифровой фотокамеры AxioCam ERc5s и программного обеспечения AxioVision Rel. 4.8 (Германия). Морфометрические измерения проводили вручную при помощи программного обеспечения AxioVision Rel. 4.8 [7-10].

При исследовании слизистой оболочки мочевого пузыря было установлено, что сформирована она многослойным переходным эпителием и собственным слоем слизистой оболочки из рыхлой соединительной ткани, в которой проходят многочисленные кровеносные сосуды с лимфатическими узелками. Слизистая оболочка образует глубокие и многочисленные складки, которые будут сглаживаться при наполненном органе. Толщина слизистой оболочки мочевого пузыря у соболей данной породы в возрасте 15-20 месяцев составила в среднем у самцов $548,20 \pm 56,30$ мкм, у самок – $524,80 \pm 49,50$ мкм; к возрасту

36-40 месяцев этот показатель был у самцов – $690,80 \pm 74,50$ мкм, у самок – $655,90 \pm 69,20$ мкм. Толщина эпителиального слоя слизистой оболочки мочевого пузыря варьировала в пределах 40-70 мкм и у первой возрастной группы соболей она в среднем составила: у самцов – $51,10 \pm 5,40$ мкм, у самок – $48,50 \pm 4,70$ мкм. Во второй группе данный параметр в среднем составил: у самцов – $62,60 \pm 8,30$ мкм, у самок – $59,80 \pm 6,10$ мкм. Толщина собственного слоя слизистой оболочки мочевого пузыря у 15-20-месячных особей в среднем составила у самцов – $487,90 \pm 50,10$ мкм, у самок – $471,80 \pm 45,80$ мкм. К 36-40-месячному возрасту данный показатель в среднем у самцов соболей составлял – $603,20 \pm 65,90$ мкм, у самок – $585,10 \pm 55,70$ мкм. Данный слой плавно переходил в мышечную оболочку, образованную несколькими слоями гладких миоцитов. В толще мышечной оболочки выявлялись многочисленные нервные ганглии и нервные стволы. Толщина мышечной оболочки мочевого пузыря составила в среднем у самцов 15-20 месяцев – $715,50 \pm 75,90$ мкм, у самок – $707,20 \pm 71,80$ мкм; у 36-40 месячных особей у самцов – $901,50 \pm 82,40$ мкм, у самок – $870,10 \pm 80,90$ мкм. Серозная оболочка мочевого пузыря была представлена рыхлой соединительной тканью, на некоторых участках покрытой мезотелием. Толщина серозной оболочки мочевого пузыря у соболей черной пушкинской породы в возрасте 15-20 месяцев составила в среднем у самцов $91,30 \pm 15,70$ мкм, а у самок – $89,50 \pm 8,80$ мкм; к возрасту 36-40 месяцев этот показатель был у самцов – $113,10 \pm 12,30$ мкм, у самок – $109,20 \pm 10,50$ мкм.

При анализе морфометрических данных, приведенных в таблице, было установлено, что у соболей с возрастом происходит увеличение толщины слизистой оболочки мочевого пузыря. У 36-40-месячных животных наблюдается прирост данного показателя на 26%, а у самок на 25% по отношению с параметрами 15-20-месячных особей. При определении разницы между самцами и самками по толщине слизистой оболочки мочевого пузыря были отмечены малозначительные изменения, так у исследуемых самцов 15-20 месяцев жизни этот параметр увеличился в 1,04 раза, а у 36-40-месячных – в 1,05 раза соответственно. Исследование выявило возрастные изменения толщины эпителиального слоя слизистой оболочки мочевого пузыря у соболей черной пушкинской породы. К возрасту 36-40 месяцев по сравнению с группой 15-20 месяцев толщина этого слоя возрастает на 23% и у самцов и самок. При этом различий между самцами и самками по данному параметру не установлено. Данные полового диморфизма показали, что во всех возрастных группах толщина эпителиального слоя у самцов имеет одинаковые данные с показателями самок. Так, в возрасте 15-20 и 36-40 месяцев у самцов и самок она увеличивается в 1,05 раза. Полученные данные по толщине собственного слоя слизистой оболочки мочевого пузыря позволили выявить возрастную динамику, которая проявилась к возрасту 36-40 месяцев по сравнению с группой животных 15-20 месяцев, толщина этого слоя возрастает на 24% у обоих полов. Данные полового диморфизма показали, что различие данных по морфометрии у самцов и самок отсутствует и этот показатель увеличивает планомерно в 1,03 раза. При исследовании толщины мышечной оболочки мочевого пузыря у соболей, пришли к выводу, что возрастная динамика между группами 15-20 и 36-40 месяцев проходила неравномерно. К 36-40-месячному возрасту данные этого показателя увеличились на 26% у самцов и 23% у самок по сравнению с возрастом соболей в 15-20 месяцев. Анализ полового диморфизма, показал устойчивое превышение показателя толщины мышечной оболочки у самцов во всех изученных возрастных группах. Так, в возрасте 15-20 месяцев у самцов этот показатель больше в 1,02 раза, а в 36-40 месяцев – в 1,04 раза. При исследовании серозной оболочки выявили так возрастные изменения ее толщины у соболей черной пушкинской породы. К возрасту 36-40 месяцев по сравнению с группой 15-20 месяцев толщина этой оболочки возрастает на 24% у самцов и в 22% у самок. Данные полового диморфизма показали, что во всех возрастных группах толщина серозной оболочки у самцов возрасте 15-20 месяцев увеличивается в 1,02 раза, а в возрасте 36-40 месяцев она превалирует в 1,04 раза (см. таблицу).

**Возрастные морфометрические показатели толщины оболочек мочевого пузыря
у соболей черной пушкинской породы**

Показатель	Пол	Возраст	
		15-20 месяцев	36-40 месяцев
Толщина слизистой оболочки мочевого пузыря (мкм)	♂	548,20±56,30	690,80±74,50
	♀	524,80±49,50	655,90±69,20
Толщина эпителиального слоя слизистой оболочки мочевого пузыря (мкм)	♂	51,10±5,40	62,60±8,30
	♀	48,50±4,70	59,80±6,10
Толщина собственного слоя слизистой оболочки мочевого пузыря (мкм)	♂	487,90±50,10	603,20±65,90
	♀	471,80±45,80	585,10±55,70
Толщина мышечной оболочки мочевого пузыря (мкм)	♂	715,50±75,90	901,50±82,40
	♀	707,20±71,80	870,10±80,90
Толщина серозной оболочки мочевого пузыря (мкм)	♂	91,30±15,70	113,10±12,30
	♀	89,50±8,80	109,20±10,50

*P < 0,05 – уровень достоверности при сравнении с собаками 15–20-месячного возраста.

Следовательно, выраженное увеличение толщины всех оболочек мочевого пузыря, является следствием длительных адаптационно-компенсаторных процессов в его стенке. С возрастом в результате продолжающегося функционального напряжения и накопления соединительнотканых элементов происходит прогрессирующее утолщение как мышечного слоя (детрузора), так и слоев слизистой и серозной оболочек. Проведенное исследование не подтвердило наличия статистически значимого полового диморфизма в анатомии исследуемой структуры мочевыделительной системы соболя черной пушкинской породы. Хотя некоторые количественные различия между самцами и самками наблюдались, их характер не позволяет говорить о выраженных морфофункциональных различиях, связанных с полом, в данном аспекте строения организма животного.

Список литературы

1. Мельников С.И. Ход и ветвление артерий почек и мочеточников у енотовидных собак // Молодые ученые - науке и практике АПК: материалы Науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых, 27–28 апр. 2023 г. – Витебск, 2023. – С. 407-410.
2. Маленьких Н.А., Щипакин М.В. Анатомо-топографические особенности артериального русла почек у самцов соболя черной пушкинской породы в возрастном аспекте // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 2. – С. 304-312.
3. Щипакин М.В. Возрастные закономерности васкуляризации органов тазовой конечности и тазовой полости хорь золотистого: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – СПб., 2007. – 17 с.
4. Щипакин М.В., Былинская Д.С., Мельников С.И. Ход и ветвление экстраорганных вен органов мочеотделения у песца // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 2. – С. 224-229.
5. Мельников С.И. Особенности артериальной васкуляризации почек и мочеточников у енотовидных собак // Ступени роста - 2023: материалы 75-й Межрегион. науч.-практ. конф. молодых ученых, Кострома, 3–22 апр. 2023 г. / сост. и отв. ред. Л.А. Исаков. – Кострома, 2023.
6. Демьянцев В.А., Теленков В.Н. Методы исследования морфологических особенностей органов мочеполового аппарата у кроликов // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ: сб. ст. – Омск, 2022. – С. 68-69.

7. Рядинская Н.И., Помойницкая Т.Е. Анатомические особенности мочевого пузыря и его кровоснабжение у байкальской нерпы // Иппология и ветеринария. – 2021. – № 2 (40). – С. 171-176.
8. Жанболат А.М., Теленков В.Н., Хонин Г.А., Демьянцев В.А. Морфофункциональное состояние железистых структур мочеполового аппарата в норме и при патологиях у самцов собак // Новые подходы к изучению актуальных проблем патологии, морфологии и физиологии животных: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения проф., д-ра биол. наук Пьянова Владимира Дмитриевича и 105-летию со дня образования кафедры анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, 8 нояб. 2022 г. – Омск, 2022. – С. 32-36.
9. Мужикян А.А., Макарова М.Н., Гушин Я.А. Особенности гистологической обработки органов и тканей лабораторных животных // Международный вестник ветеринарии. - 2014. – № 2. – С. 103-109.
10. Коптяева К.Е., Мужикян А.А., Гушин Я.А., Беляева Е.В., Макарова М.Н., Макаров В.Г. Некоторые особенности фиксации органов и тканей лабораторных животных для повышения качества гистологического анализа // Лабораторные животные для научных исследований. - 2018. - № 2. - С. 60-70.

<https://doi.org/10.26898/2026-259>
УДК 619:614.48

ИЗУЧЕНИЕ БЕЛКОВОГО ИНДЕКСА НОВОГО ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО ПРЕПАРАТА

Манакова О.О., н.с.,
Аникина О.А., специалист-исследователь
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: golovachcheva@mail.ru

Аннотация. В данной работе проводились исследования оценки влияния органических загрязнений на дезинфицирующее действие, изучение белкового индекса показало, что новый дезинфицирующий препарат в присутствии органической субстанции снижает бактерицидную активность в отношении тест – микроорганизмов *E. coli* шт. М-17, *B. abortus* шт. 82 и *S. aureus* шт. 209 Р в 1,5; 1,6 и 1,8 раза соответственно.

Ключевые слова: белковый индекс, новый дезинфицирующий препарат

Введение. Окружающая животного производственная среда, оставленная без внимания, не позволяет успешно решать вопросы профилактики инфекционных болезней не только в отношении возбудителей особо опасных инфекций, но и условно-патогенной микрофлоры, которая при определенных благоприятных для ее деятельности условиях может приобрести патогенность и тем причинить огромный ущерб. Значительное количество микроорганизмов выделяется при физиологических актах животных: кашле, чихании, дефекации, мочеиспускании [1-3].

Производственная среда животноводческих помещений, куда попадают патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, обычно не является местом их естественного обитания. Здесь чаще всего отсутствуют благоприятные условия для обитания: питательные вещества, оптимальная температура и рН среды. Однако в объектах, содержащих большое количество органических веществ, такие микроорганизмы долгое время могут сохранять не только жизнеспособность, но и патогенность, они обнаруживаются на поверхностях

животноводческих построек, транспортных средств, в навозе, сырье животного происхождения и во многих других объектах ветеринарно-санитарного надзора [4-6].

Для оценки влияния органических загрязнений на дезинфицирующее действие нами был изучен белковый индекс нового дезинфицирующего препарата.

Материалы и методы. Новый дезинфицирующий препарат представляет собой комплексное соединение, состоящее из поверхностно активных веществ и активно действующих компонентов (альдегиды и четвертичные аммониевые соединения).

В опытах использовали бактерицидные разведения 5%-ного рабочего раствора нового препарата по отношению к тест-микроорганизмам *E. coli* шт. М -17 (*Escherichia coli*), *B. abortus* шт. 82 (*Brucella abortus*) и *S. aureus* шт. 209 Р (*Staphylococcus aureus*) определенных методом кратных разведений (коэффициент 1:1,4), Исследование проводили методом батистовых тест-объектов, в качестве белка использовали содержащую 20,0 % белково-липидную смесь обеззараженную автоклавированием (120 °С, 1,1 кгс/см², 45 минут).

Белковый индекс (БИ) – это показатель бактерицидного разведения испытуемого средства при 10- и 30-минутных экспозициях в отсутствии белка деленный на соответствующий показатель бактерицидного разведения с белковой защитой. Белковый индекс – показывает во сколько раз снижается дезинфекционный эффект биоцидного средства в присутствии высокомолекулярных белков.

Для получения статистически достоверных данных опыт повторяли 3 раза с вычислением среднего бактерицидного разведения испытуемого средства при 10- и 30-минутных экспозициях. Опыты проводили согласно методам лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности [7].

Результаты исследований. При воздействии на кишечную палочку (*E. coli* шт. М -17) бактерицидная активность дезинфицирующего препарата в присутствии высокомолекулярного белка снижалась при 10- и 30-минутных экспозициях в 1,7 и 1,4 раза соответственно (см. таблицу).

Результаты изучения белкового индекса нового дезинфицирующего препарата

Тест-культуры	Бактерицидное разведение				Белковый индекс		Среднее значение
	без белка		с белком				
	Экспозиция, мин						
	10	30	10	30	10	30	
E. coli шт. М -17	1:2438,1	1:5742,3	1:1436,8	1:3997,5	1,7	1,4	1,5
B. abortus шт. 82	1:2561,4	1:5921,5	1:1451,6	1:4023,7	1,7	1,5	1,6
S. aureus шт. 209 Р	1:1018,7	1:2161,8	1:497,4	1:1238,3	2,0	1,7	1,8

Белковый индекс после воздействия препарата в отношении *B. abortus* шт. 82 составил 1,7 и 1,5, в отношении *S. aureus* шт. 209 Р 2 и 1,7. Среднее значение белкового индекса нового препарата составило: в отношении (*E. coli* шт. М -17) 1,5, (*B. abortus* шт. 82) 1,6, (*S. aureus* шт. 209 Р) 1,8.

Заключение. Изучение белкового индекса показало, что новый дезинфицирующий препарат в присутствии органической субстанции снижает бактерицидную активность в отношении тест-микроорганизмов в (1,5-1,8 раза).

Список литературы

1. Колычев Н.М., Аржаков В.Н., Аржаков П.В. Глиоксаль - дезинфектант широкого спектра антимикробного действия // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2013 - № 87. - С. 872-881.
2. Кузьмин В.А., Кисиль А.С., Аржаков П.В. Применение современного композиционного дезинфицирующего средства с моющим эффектом «Триосепт-эндо»

в промышленном птицеводстве // Международный вестник ветеринарии. - 2018 - № 2. - С. 22-27.

3. Аржаков В.Н., Аржаков П.В. Дезинфекция и ее роль в системе противозпизоотических мероприятий // БИО. - 2003. - № 7. – С. 9-21.

4. Аржаков П.В., Дудолова Т.С. Оценка дезинфицирующего действия препарата МУК-ДМ в отношении изолятов бактерий // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2020 - Т. 244. - № 4. - С. 17-19.

5. Николаенко Н.Н., Аржаков В.Н., Аржаков П.В. Изучение бактерицидного действия препарата «СКАТ-ЭД-1» в условиях органической защиты. // Ветеринария и кормление. – 2012. - № 1. – С. 37-39.

6. Попов Н.И., Аржаков П.В. Оценка дезинфицирующей эффективности нового биоцидного средства // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». - 2022. - № 4 (44). – С. 416-419.

7. Р 4.2.2643–10. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: утв. рук. Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, гл. государственным санитарным врачом Российской Федерации 01.06.2010 г.

<https://doi.org/10.26898/2026-260>
УДК 619:636:001.608.1:575

BoLA-DRB3.2 КАК МАРКЕР ДЛЯ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА (ОБЗОР)

**Мартынов Н.А.¹, лаборант,
Зверев А.В.¹, лаборант-исследователь,
Кулагина П.В.¹, лаборант,
Печёнкина М.А.¹, лаборант,
Романов Е.В.¹, аспирант, м.н.с.**

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН,
Екатеринбург, Россия
e-mail: info@urnivi.ru

Аннотация. В обзорной статье обобщены современные данные о локусе *BoLA-DRB3.2* как потенциальном генетическом маркере для селекции крупного рогатого скота. Проанализированы исследования, связывающие аллельное разнообразие этого гена с устойчивостью к заболеваниям (лейкоз крупного рогатого скота, мастит, паразитарные инфекции), продуктивными признаками и генетическим разнообразием популяций и пород. Установлено, что определенные аллели *BoLA-DRB3.2* достоверно ассоциированы с уровнем инфицирования вирусом лейкоза и особенностями иммунного ответа, а также служат информативным маркером для дифференциации популяций. В то же время нет прямой связи данного локуса с продуктивными признаками (удой, прирост живой массы). Обзор литературных данных подтверждает перспективность использования *BoLA-DRB3.2* в качестве иммуногенетического маркера для повышения устойчивости стада к вирусным и бактериальным патогенам, но не для прямой селекции, связанной с продуктивностью животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, *BoLA-DRB3.2*, полиморфизм, иммуногенетическая устойчивость, провирусная нагрузка, продуктивность, генетическое разнообразие

Введение. Ведение генетической селекции в сочетании с достижениями в сельскохозяйственной практике, привело к значительному улучшению продуктивности крупного рогатого скота молочного направления. Однако ведение селекции в направлении улучшения хозяйственно ценных признаков привело, во-первых, к накоплению генетического груза, негативно влияющего на фертильность, снижению продуктивного долголетия, повышению чувствительности к ряду заболеваний, во-вторых, к резкому сокращению межпородного и внутривидового генетического разнообразия ввиду использования лишь нескольких наиболее распространенных пород (голландская, джерсейская, швицкая) [1].

BoLA-DRB3.2 является высокополиморфным геном крупного рогатого скота, локализованным на 23-й хромосоме и кодирующим β -цепь молекул главного комплекса гистосовместимости (major histocompatibility complex, МНС) II класса. Данные молекулы играют ключевую роль в иммунном ответе, связываясь с эпитопами патогенов, и презентуют их Т-хелперным лимфоцитам, запуская специфический адаптивный иммунитет. Наибольший вклад в функциональное разнообразие гена *BoLA-DRB3.2* вносит экзон 2, кодирующий участок молекулы, непосредственно вовлечённый в связывание антигенов. Высокий уровень полиморфизма гена *BoLA-DRB3.2* делает его весьма ценным генетическим маркером устойчивости к инфекционным заболеваниям, хозяйственно ценных признаков, генетического разнообразия популяций крупного рогатого скота [2].

Цель работы – оценка потенциала локуса *BoLA-DRB3.2*, как генетического маркера устойчивости к инфекционным заболеваниям для программ геномной селекции крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Работа выполнена в отделе геномных исследований и селекции животных Уральского НИВИ – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания Минобрнауки России «Разработка высокоточных методов идентификации генетических детерминант устойчивости к заболеваниям для использования в селекции крупного рогатого скота» (№ 0532-2025-0003).

Настоящий обзор литературы подготовлен на основе анализа публикаций за последние 5 лет. Поиск статей проводили в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и elibrary.ru (РИНЦ). В обзор включены оригинальные исследовательские статьи, обзоры и мета-анализы, опубликованные в рецензируемых научных журналах на русском и английском языках. Приоритет отдавался работам, содержащим данные о статистически значимых ассоциациях аллелей *BoLA-DRB3.2* с устойчивостью к инфекционным заболеваниям (в первую очередь к вирусу лейкоза крупного рогатого скота – BLV), продуктивными признаками, а также исследованиям, посвящённым использованию данного локуса для оценки генетического разнообразия.

Основная часть

Ассоциации BoLA-DRB3.2 с устойчивостью к инфекционным заболеваниям.

Наиболее убедительные и воспроизводимые данные получены при изучении связи *BoLA-DRB3.2* с инфекцией BLV. В исследованиях, проведённых на голландском скоте в разных странах, показано, что определённые аллели данного локуса ассоциированы с уровнем провирусной нагрузки и особенностями течения инфекции [3]. В частности, аллель *BoLA-DRB3*014:01:01* устойчиво выявляется у животных с низкой провирусной нагрузкой и рассматривается как маркер относительной резистентности, тогда как аллели **011:01* и **015:01* чаще обнаруживаются у коров с высокой степенью инфицированности. Примечательно, что наследование аллелей *BoLA-DRB3.2*, ассоциированных с низкой провирусной нагрузкой, подтверждено при анализе потомства, полученного от быков-носителей соответствующих вариантов, при этом у потомков сохраняется связь генотипа с более низким уровнем BLV-провирусной нагрузки [3, 4]. Учитывая, что уровень провирусной нагрузки рассматривается как один из ключевых факторов инфекционного риска, полученные данные создают предпосылки для использования генотипирования *BoLA-*

DRB3.2 при отборе производителей с целью формирования поголовья с более благоприятным инфекционным статусом.

Помимо BLV, обсуждается участие *BoLA-DRB3.2* в формировании устойчивости к другим инфекционным агентам. В ряде исследований показаны различия в распределении аллелей *DRB3.2* между животными с клиническими формами мастита и здоровыми коровами, что позволяет предположить участие данного локуса в регуляции воспалительных процессов в молочной железе [5]. Отдельные аллели также ассоциированы с устойчивостью или восприимчивостью к паразитарным инфекциям, включая тейлериоз и микоплазмоз, у кроссбредного скота в странах Юго-Восточной Азии [6]. Вместе с тем по большинству инфекций массив данных остаётся ограниченным, а выявленные ассоциации не всегда подтверждаются при анализе других пород или при увеличении выборок, что требует осторожной интерпретации полученных результатов.

Связь полиморфизма BoLA-DRB3.2 с продуктивными признаками

Связь полиморфизма *BoLA-DRB3.2* с продуктивными показателями крупного рогатого скота изучена значительно менее подробно и остаётся предметом обсуждения. В отдельных работах предполагается опосредованное влияние данного локуса на молочную продуктивность через устойчивость к инфекционным заболеваниям, прежде всего маститу и BLV. Однако при анализе данных с учётом статуса инфицированности прямое влияние генотипа *DRB3.2* на уровень надоя, как правило, не выявляется [5, 7]. В работе А. Nakatsuchi с соавт. [7] показано, что при учёте BLV-статуса животных и иммуногенетических факторов, включая полиморфизм *BoLA-DRB3*, статистически значимого прямого влияния ни генотипа *DRB3.2*, ни самой BLV-инфекции на уровень надоя не выявлено. В связи с этим BLV-инфекцию целесообразно рассматривать не как прямую причину изменения удоёв, а как фактор, усложняющий оценку генетических ассоциаций с продуктивными показателями. Для мясных пород и показателей роста информация ещё более фрагментарна и не позволяет делать обоснованные выводы о роли *BoLA-DRB3.2* в формировании этих признаков. В совокупности это позволяет рассматривать данный локус прежде всего как иммуногенетический маркер, влияние которого на продуктивность носит косвенный характер.

Ген BoLA-DRB3.2 как маркер генетического разнообразия крупного рогатого скота

Высокий уровень полиморфизма гена *BoLA-DRB3.2* обуславливает его широкое использование в качестве маркера генетического разнообразия крупного рогатого скота. Аллельные варианты этого гена кодируют молекулы, различающиеся по структуре пептидсвязывающих карманов, что определяет различия в репертуаре связываемых антигенных пептидов. Полиморфизм *BoLA-DRB3.2* находится под действием балансирующего естественного отбора, поскольку распределение аллелей отражает адаптацию животных к антигенному давлению локальных патогенов. Вследствие этого аллельное разнообразие локуса *BoLA-DRB3.2* позволяет выявлять генетические различия между породами и популяциями крупного рогатого скота [8].

Большая часть исследований, посвященных изучению аллельного разнообразия гена *BoLA-DRB3.2*, за последние пять лет была проведена на породах крупного рогатого скота, разводимых в странах Латинской Америки. В исследовании высокогорного креольского скота установлен высокий уровень гетерозиготности и нуклеотидного разнообразия гена *BoLA-DRB3.2*. Сравнительный анализ аллельных вариантов гена *BoLA-DRB3.2* у тауриновых и зебу-пород показал, что вариабельность данного локуса отражает их историческое расхождение, обусловленное происхождением, селекцией и адаптацией. Обобщённые данные по латиноамериканским креольским породам показали, что наибольшее накопление синонимичных и несинонимичных нуклеотидных замен локализовано в антигенсвязывающем участке гена *BoLA-DRB3.2*, что указывает на функциональную направленность полиморфизма и действие балансирующего отбора [9, 10].

Заключение. Анализ публикаций последних лет показывает, что ген *BoLA-DRB3.2* обладает значительным потенциалом в качестве маркера устойчивости крупного рогатого скота к инфекционным заболеваниям, прежде всего к вирусу лейкоза. Идентификация аллелей, ассоциированных с низкой провирусной нагрузкой, создаёт предпосылки для внедрения генетически обоснованных программ оздоровления стад. Вместе с тем выраженная породная специфичность аллельных частот и отсутствие однозначных данных о прямой связи *BoLA-DRB3.2* с продуктивными признаками ограничивают возможности его использования в селекции вне контекста оценки здоровья животных. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением популяционных выборок и интеграцией данных по *BoLA-DRB3.2* с анализом других генов иммунного ответа, что позволит более корректно оценить его роль в формировании хозяйственно полезных признаков.

Список литературы

1. Brito L.F. et al. Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world // *Animal*. – 2021. – Vol. 15. – P. 100292. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100292.
2. Lo C.W. et al. BoLA-DRB3 polymorphism is associated with differential susceptibility to bovine leukemia virus-induced lymphoma and proviral load // *Viruses*. – 2020. – Vol. 12. - No. 3. – P. 352. DOI: 10.3390/v12030352.
3. Wang J. et al. First Identification of BoLA-DRB3 Alleles Associated with Differential Susceptibility to Bovine Leukemia Virus Infection and Proviral Load in Chinese Holstein Cattle // *Pathogens*. – 2025. – Vol. 15. - No. 1. – P. 34. DOI: 10.3390/pathogens15010034.
4. Bao A. et al. Polymorphism of BoLA-DRB3 in semen and its influence on progeny derived from semen with resistance and susceptibility to bovine leukemia virus proviral load // *Pathogens*. – 2025. – Vol. 14. - No. 9. – P. 837. DOI: 10.3390/pathogens14090837.
5. Loat S. et al. Allelic diversity at BoLA DRB3 locus and association with predisposition to clinical mastitis in indicus and crossbred cattle // *Animal Biotechnology*. – 2023. – Vol. 34. - No. 4. – P. 1030-1039. DOI: 10.1080/10495398.2021.2010088.
6. Agina O.A. et al. Identification of novel bovine leukocyte antigen alleles and association of BoLA-DRB3. 2* 020: 02: 01 with resistance to *Theileria orientalis* infection in crossbred Kedah-Kelantan cattle: a pilot study // *Tropical Animal Health and Production*. – 2024. – Vol. 56. - No. 8. – P. 277. DOI: 10.1007/s11250-024-04138-0.
7. Nakatsuchi A., Matsumoto Y., Aida Y. Influence of BoLA-DRB3 polymorphism and bovine leukemia virus (BLV) infection on dairy cattle productivity // *Veterinary Sciences*. – 2023. – Vol. 10. - No. 4. – P. 250. DOI: 10.3390/vetsci10040250.
8. Salim B. et al. BoLA-DRB3 gene haplotypes show divergence in native Sudanese cattle from taurine and indicine breeds // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11. - No. 1. – P. 17202. DOI: 10.1038/s41598-021-96330-7
9. Giovambattista G. et al. BoLA-DRB3 genetic diversity in Highland Creole cattle from Bolivia // *HLA*. – 2020. – Vol. 96. - No. 6. – P. 688-696. DOI: 10.1111/tan.14120.
10. Marcuzzi O. et al. Genetic diversity of BoLA-DRB3 in Latin American Creole cattle: an update of the state of the art // *Immunogenetics*. – 2025. – Vol. 77. - No. 1. – P. 28. DOI: 10.1111/tan.14120.

<https://doi.org/10.26898/2026-261>
УДК 636.09:579.8:504.75(571.56)

РАЗВИТИЕ МИКРОБИОТЕХНОЛОГИЙ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Неустроев М.П., д-р вет. наук, проф.,
Тарабукина Н.П., д-р вет. наук, проф.

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение Федерального исследовательского центра
“Якутский научный центр СО РАН”, Якутск, Россия
e-mail mneustroev50@mail.ru

Аннотация. Якутский НИИСХ в последние три десятилетия целенаправленно разрабатывает биологические препараты, способствующие получению экологической чистой органической продукции животноводства. Впервые в России разработаны высокоэффективные инаktivированные вакцины против мыта и сальмонеллезного аборта лошадей, утвержденные Россельхознадзором. Параллельно с разработкой вакцин вели научные исследования по изучению микробиоты домашних, диких и ископаемых животных. Разработан на основе штаммов *B. subtilis* пробиотик «Сахабактисубтил» для профилактики и лечения дисбактериозов, повышения иммунобиологической реактивности сельскохозяйственных животных. Научная новизна разработок подтверждена 56 патентами РФ. Для дальнейшего развития микробиотехнологий создания и организации производства биологических препаратов предлагается организация Арктического центра микробиотехнологий с микробиологической и вирусологической лабораториями и биофармзавода. В связи с интенсивным освоением Арктики, потеплением климата, изменением видового разнообразия фауны, путей миграции диких животных и перелетных птиц, угрозой зоонозных эпидемий нарастает необходимость не только широкомасштабного мониторинга инфекционных, особенно вирусных заболеваний животных и человека, но и разработки биопрепаратов, повышающих надежность иммунологической защиты.

Ключевые слова: штаммы, микроорганизмы, вакцины, пробиотики, биологическая безопасность

В связи с интенсивным промышленным освоением Арктики, потеплением климата, изменением фауны, путей миграции диких животных и птиц, нарастающей угрозы зоонозов необходимо провести широкомасштабный мониторинг инфекционных, особенно вирусных болезней и разработать биологические препараты.

Якутский НИИСХ в последние три десятилетия целенаправленно разрабатывает биологические препараты, способствующие получению экологической чистой органической продукции животноводства и обеспечение биологической безопасности.

В целях коммерциализации научных разработок и производства препаратов организовано ООО «Научно-производственный центр Хоту-Бакт», учрежденный ФИЦ ЯНЦ СО РАН. На производство получена лицензия Россельхознадзора.

В Якутии, являющейся самым крупным регионом на территории России (3 083 523 км²) и представляющую почти всю северо-восточную часть Азиатского материка, гнездятся более 30 млн диких птиц, 271 вида. [1]. По количеству диких копытных Якутия занимает одно из первых мест в России [2]. В Якутии отмечаются природные очаги сибирской язвы, бешенства, бруцеллеза, иерсиниоза, лептоспироза, туляремии и других болезней. В связи с этим реальна угроза распространения опасных зоонозов. С отсутствием современных вирусологических микробиологических лабораторий регион становится потенциальным очагом будущих пандемий. Это глобальная проблема.

Нами составлен кадастр неблагополучных пунктов на территории стационарно неблагополучной Республики Саха (Якутия). На территории Якутии в период с 1811 по 1993 г. зарегистрированы 739 вспышек сибирской язвы среди домашних и диких животных в 29 административных районах, в 244 населенных пунктах. Среди них 455 неблагополучных пунктов сибирской язвы ранее не входившие в Российский кадастр [3, 4].

В России последняя вспышка сибирской язвы отмечена на Ямале в 2016 г. Причиной возникновения считается оттаивание вечной мерзлоты [5]. До этого вспышка сибирской язвы в Ямале зарегистрирована в 1941 г. Исходя из этого, можно предположить, что споры оставались жизнеспособными в мерзлотной почве не менее 75 лет.

В Якутии сибирская язва с 1993 г. не регистрируется. Однако в Абыйском районе (2015 г.) выделены 3 возбудителя сибирской язвы во время палеонтологических раскопок [6].

Возможность возникновения сибирской язвы диктует необходимость разработки эффективных и экологически безвредных способов и методов обеззараживания мест, зараженных спорами и специфической профилактики инактивированными вакцинами.

Установление нами циркуляции вирусов инфекционного ринотрахеита, диареи в популяции оленей арктических районов, якутского скота и у лесных бизонов указывает, что переносчиками возбудителей могут быть перелетные птицы [7]. Таким образом, болезни диких животных и птиц могут оказать существенное влияние на их численность и продуктивность, и могут угрожать здоровью домашних животных и человека.

В Республике Саха (Якутия) от традиционных отраслей – коневодства и оленеводства можно получить органическую продукцию, которая обладает экспортоориентированным потенциалом. Однако в настоящее время получению такой продукции препятствуют широкое использование антибиотиков, распространение бактериальных и вирусных болезней.

Важность сельскохозяйственных биотехнологий для развития сельскохозяйственного производства, обеспечивающих продовольственную безопасность, охраны ранимой экологии в условиях Якутии неоспорима. Актуальным остается проведение мониторинга инфекционных болезней диких животных, перелетных птиц, а также бактериологических, вирусологических и молекулярно-генетических исследований выделенных изолятов.

Исходя из вышеизложенного, ставится цель – разработать и организовать производство лекарственных средств и биологических препаратов с использованием микробиологического, животного и растительного сырья для получения органической продукции, повышения продуктивности отраслей сельского хозяйства, обеспечения импортзамещения и экспорта продукции.

Эти задачи включают разработку: лекарственных средств и препаратов для ветеринарного применения (вакцины, пробиотики бактериофаги, кормовые добавки, ферментные препараты); биопрепаратов для пищевой промышленности и охраны природы (закваски кумыса, суората и других национальных продуктов, препараты для биоремедиации почвы, нвозаочистки воды); биопрепаратов для растениеводства (биологические удобрения, препараты для борьбы с болезнями растений); создание Арктического центра биотехнологий и биофабрики.

В результате многолетних исследований по микробной экологии мерзлотных почв, растений, домашних, диких и ископаемых животных, учеными Якутского НИИСХ установлено, что в микробиоценозе окружающей среды и микробиоте животных в условиях вечной мерзлоты особую и доминирующую роль играют бактерии рода *Bacillus*, обладающие уникальными биологическими свойствами. Эта группа микроорганизмов является одной из самых перспективных групп в современной биотехнологии [8].

В целях разработки биотехнологических препаратов выделены, идентифицированы и депонированы во всероссийских коллекциях 14 штаммов микроорганизмов. Два штамма поданы на международное депонирование. Идентификация штаммов проводилась бактериологическими, молекулярно-генетическими и биохимическими методами.

Штаммы депонированы в государственных коллекциях микроорганизмов ВГНКИ ветеринарных препаратов Россельхознадзора, Московском научно-исследовательском институте эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии и Биоресурсном центре Всероссийской коллекции микроорганизмов в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт» (табл. 1).

Таблица 1

**Штаммы микроорганизмов, выделенные и идентифицированные в ЯНИИСХ,
депонированные во всероссийских коллекциях**

№ п/п	Штамм
1	Штамм возбудителя сальмонеллезного аборта лошадей <i>Salmonella abortus</i> БН-12
2	Штамм возбудителя мыта <i>Streptococcus equi</i> Н-5/1
3	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> ТНП-3
4	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> ТНП-5
5	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> «Колыма-7/2к»
6	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> «Оймякон-6/1»
7	Штамм <i>Lactobacillus acidophilus</i> К 1902
8	Штамм <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> К 1903
9	Штамм <i>Lactobacillus acidophilus</i> К 1901
10	Штамм молочных дрожжей <i>Clavispora lusitanae</i> 1 Д
11	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> 2СП В-14405
12	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> 5СП В-14406
13	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> 27 L VKPM В-14800
14	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> 11 К VKPM В-14816

В рамках мониторинга инфекционных болезней изучается микробиота животных и птиц. Имеется коллекция около 400 изолятов бактерий *Bacillus*, выделенных из микробиоты сельскохозяйственных и диких животных, мамонтовой фауны и мерзлотных почв. Проводится изучение биологических свойств (пробиотические, антагонистические, ферментативные и фунгицидные) и возможность их использования в микробиотехнологии России и Китая.

Впервые в России разработаны и производятся вакцины против мыта и сальмонеллезного аборта лошадей. Вакцины аналогов в России не имеют. Пробиотик превосходит по эффективности существующие аналоги (табл. 2).

Таблица 2

Биопрепараты, созданные в ЯНИИСХ

№ п/п	Биопрепарат
1	Пробиотик «Сахабактисубтил» для профилактики дисбактериозов, повышения иммунобиологической реактивности сельскохозяйственных животных, утвержденный Россельхознадзором МСХ РФ (2006. 2012 гг.). Пробиотик предохраняет 90-95 % молодняка от болезней желудочно-кишечного тракта. Экономический эффект на 1 руб. затрат составляет 16-17 руб.
2	Вакцина против мыта лошадей, утверждена Россельхознадзором (2021 г.). Эффективность иммунизации 90-95 %. Экономический эффект на 1 руб. затрат составляет 7 руб.
3	Вакцина против сальмонеллезного аборта лошадей, утверждена Россельхознадзором МСХ РФ-12006. 2012, 2019 гг.). Внесены изменения в регистрационное досье и выдано новое регистрационное удостоверение в 2019 г. Иммунизация вакциной повышает деловой выход жеребца т в неблагополучных пунктах на 15,7-23 %. Экономический эффект на 1 руб. затрат составляет 10,7 руб.
4	Вакцина против мыта лошадей «Табын» утверждена МСХ Республики Казахстан (2018 г.)
5	Вакцина против мыта утверждена в Монголии (2023 г.)
6	Микробная закваска для якутского кумыса (2022 г.)
7	Йогурт якутский кумысный (2025 г.)

Производство их лицензировано и организовано при ГНУ ЯНИИСХ (2010-2015 гг.) и ООО НПЦ «Хоту-Бакт» (2015 г.). Утверждены микробные закваски кумыса и йогурта.

Научная новизна разработок защищена 56 патентами РФ и евразийским патентом. Биопрепараты востребованы в субъектах России, а также в Казахстане и Монголии. Организовано лицензированное производство вакцины мыта в Монголии (2024 г.) и планируется в Казахстане. Разработчики биопрепаратов отмечены наградами России и Китая.

По результатам испытания пробиотиков и вакцин разработаны и изданы 35 рекомендаций и методических пособий, 630 научных работ, утверждены 77 научно-технические документации [9].

В последние годы завершены испытания новых вакцин и пробиотиков: вакцина против мыта и ринопневмонии; вакцина против ринопневмонии лошадей инактивированная; ассоциированная вакцина против ринопневмонии, сальмонеллезного аборта и мыта лошадей; ферментные кормовые добавки для птицеводства, скота, свиней и лошадей; пробиотические препараты для дезинфекции и обработки вымени.

В настоящее время проводятся следующие научные исследования: разработка микробных препаратов для борьбы с болезнями и повышения урожайности растений (картофель, огурцы, помидоры, земляника); поиск штаммов бактерий продуцентов биологически активных веществ из материала диких животных; исследуются микробиота перелетных птиц с целью оценки их возможной роли в передаче возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных; изучение ферментов микроорганизмов; разработка бактериофагов.

В результате распространения инфекционных болезней (сальмонеллы, ринопневмония, мыт) и невыполнения других зоотехнических и ветеринарных требований деловой выход жеребят в республике составляет 50-55%. Ущерб примерно 1500 млн руб. в год. Установление карантина приводит к отмене племпродажи, недополучении продукции, снижению объемов продаж. При проведении профилактических мероприятий с использованием вакцин деловой выход минимально может повыситься на 10% или можно получить дополнительно 8 тыс. жеребят на сумму 560 млн руб.

Использование биологических препаратов и удобрений в животноводстве и растениеводстве позволит получить органическую продукцию и повысить продуктивность и урожайность на 10-20 %, обеспечить импортзамещение биологических препаратов и экспорт продукции.

Заключение. Реализация проекта развития микробиотехнологий для разработки и производства новых биологических препаратов будет основой становления Якутии биотехнологической республикой и развития отраслей сельского хозяйства с высоким качеством продукции, обеспечивающих продовольственную безопасность северо-восточных регионов Российской Федерации.

Список литературы

1. Дегтярев А.Г. Охотничье промысловые птицы Республики (Саха) Якутии. - Якутск: Изд-во СО РАН. - 2004. - 109 с.
2. Аргунов А.В., Степанова В.В., Охлопков И.М. Динамика численности и использование ресурсов диких копытных в таежной части Якутии // Аграрный вестник Урала. – 2017. - № 161 (7). - С. 4-11.
3. Huber I., Potapova R., Ammosova E., Beyer W. et al. Symposium report: emerging threats for human health – impact of socioeconomic and climate change on zoonotic diseases in the Republic of Sakha (Yakutia), Russia // International Journal of Circumpolar Health. – 2020. – No. 79(1). – P. 1-13. DOI: 10.1080/2243982.2020.171598.
4. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. Кадастр неблагополучных пунктов по сибирской язве в Республике Саха (Якутия) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 49 (5). - С. 88-93.

5. Timofeev V., Bakhteeva I., Mironova R., Tibareva G. et al. Insights from *Bacillus anthracis* isolation from permafrost in the tundra zone of Russia // BioRxiv preprint first posted online Dec. 3. - 2018. DOI: 10.1101/486290.
6. Ерофеевская Л.А. Генетическая идентификация сибиреязвенного штамма выделенного из нефтезагрязненного многомерзлого грунта // Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов: материалы Пушкинской школы-конференции (Пушино, 2-6 дек. 2019 г.). – Пушино, 2019. – С. 86-88.
7. Неустроев М.П., Юров К.П., Тарабукина Н.П. и др. Роль диких животных в эпизоотологии инфекционных болезней в Якутии // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 5. – С. 57-64.
8. Неустроев М.П., Тарабукина Н.П. Технология применения иммунобиологических и пробиотических препаратов в сельском хозяйстве. - Новосибирск: СибАК, 2022. - 374 с.
9. Неустроев М.П., Петрова С.Г. Разработка иммунобиологических препаратов против вирусных и бактериальных болезней лошадей. - Новосибирск: СибАК, 2023. - 186 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-262>

УДК 636.09:616.98:579.852.13-076:636.22

АПРОБАЦИЯ НОВОГО ПОДХОДА К ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БАКТЕРИЙ РОДА *CLOSTRIDIUM*

Нефедченко А.В., д-р вет. наук, доцент,

Судоргина Т.Е., канд. вет. наук,

Глотова Т.И., д-р биол. наук, проф.,

Глотов А.Г., д-р вет. наук, проф., чл.-кор. РАН

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: nefedchenkoav@sfcsa.ru

Аннотация. В статье описаны результаты апробации разработанной полимеразной цепной реакции (ПЦР) в реальном времени с целью совершенствования подходов видовой идентификации бактерий рода *Clostridium* пяти видов клостридий: *Clostridium sporogenes*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium sordellii*, *Clostridium septicum* и *Clostridium novyi*. Оценка чувствительности разработанной ПЦР при исследовании положительных контрольных образцов колебалась от $7,2 \times 10$ до $3,2 \times 10^2$ ГЭ, а при исследовании чистых культур – от 10^2 до 10^3 КОЕ/мл. Определены высокая специфичность и перспективность использования разработанной ПЦР в реальном времени, позволяющей одновременно выявлять клостридии в смешанных и чистых бактериальных культурах.

Ключевые слова: клостридии, крупный рогатый скот, ПЦР-РВ, бактериологические методы

Введение. Клостридии – анаэробные спорообразующие бактерии, положительные по Граму, принадлежат семейства Clostridiaceae и широко распространены в почве, воде, продуктах разложения [1, 2]. Это семейство бактерий включает более 100 видов, которые в большинстве своем представители нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) крупного рогатого скота, но несколько видов из них могут быть вызывать болезни у животных и человека, продуцируют экзотоксины, действующие местно или системно [3, 4].

У крупного рогатого скота наибольший ущерб причиняют гистотоксические виды клостридий, к которым относятся: *C. chauvoei*, *C. novyi*, *C. septicum*, *C. sordellii*, *C. haemolyticum*, *C. novyi*, *C. perfringens*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. histolyticum* [5]. Помимо приведенных выше клостридий, от крупного рогатого скота могут быть выделены и другие виды клостридий, которые при благоприятных условиях также могут синтезировать экзотоксины и вызывать патологию у животных. Таким образом, для постановки диагноза необходимо проводить видовую идентификацию выделенных из проб биоматериала бактериальных культур клостридий [6].

К настоящему времени ведущим методом выявления бактерий является бактериологический метод с выделением возбудителей на специальных питательных средах и определением биохимических свойств изолированных культур бактерий. Главным недостатком данного метода является длительность (не менее 14 дней), а также трудности видовой идентификации из-за наличия некоторого сходства видов клостридий по морфологическим и биохимическим свойствам [7]. Следовательно, для видовой идентификации клостридий необходимо проводить большой набор тестов, что затрудняет диагностику и не всегда доступно в обычных ветеринарных лабораториях.

Методы выявления и идентификации возбудителей, основанные на определении фрагментов отдельных генов в пробе биологического материала, смешанной или чистой культуре бактерий лишены этого недостатка. В настоящее время зарубежными учеными разработаны различные варианты ПЦР для выявления как отдельных видов клостридий, так и для типирования выделенных изолятов по факторам патогенности [8-10].

Поэтому целью работы являлась оценка эффективности применения разработанной ПЦР в реальном времени для выявления токсигенных видов клостридий и усовершенствования их видовой идентификации.

Материалы и методы. Для бактериологических исследований отбирали пробы биологического материала (содержимое тонкого и толстого отделов кишечника, брыжеечные лимфатические узлы, кусочки печени, пораженных мышц, сычуга и рубца) от коров, нетелей и телят до 6 мес, а также вагинальные смывы от коров с клинической формой некротического эндометрита или вагинита. Пробы отбирали в максимально короткий период времени после гибели животного и доставляли в лабораторию не позднее 4-12 час в термосе со льдом, чтобы избежать их повторного оттаивания и замораживания. Допускалась однократная заморозка при -18°C , образцы помещали в небольшие контейнеры с плотно закрытой крышкой и доставляли в лабораторию в течение суток в сумках-холодильниках.

Бактериологические исследования проб биоматериала с целью выделения и видовой идентификации культур бактерий проводили согласно ГОСТ 26503–85 «Методы лабораторной диагностики клостридиозов». Для создания анаэробных условий использовали микроанаэроустаты и газогенераторные пакеты.

Видовую идентификацию клостридий проводили по ферментативным свойствам с использованием «Набора для идентификации анаэробных бактерий АНАЭРОтест 23», производства Erba Mannheim (Чехия).

Для молекулярно-генетического исследования (ПЦР) отбирали отдельные колонии бактерий, которые ресуспензировали в стерильном физиологическом растворе. Суммарную ДНК выделяли с помощью коммерческого набора «Ампли Прайм РИБО-сорб» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Амплификацию проводили в амплификаторе CFX 96 (Bio-Rad, США).

Ранее нами разработана мультиплексная ПЦР в режиме реального времени, позволяющая выявлять пять видов клостридий: *C. sporogenes*, *C. perfringens*, *C. sordellii*, *Clostridium septicum* и *C. novyi* в смешанных и чистых бактериальных культурах с высокой степенью специфичности [10]. Чувствительность разработанной ПЦР при исследовании положительных контрольных образцов составила $7,2 \times 10^1 - 3,2 \times 10^2$ ГЭ, а при исследовании чистых культур - $10^2 - 10^3$ КОЕ/мл.

Для определения специфичности и диагностической эффективности реакции исследовали ранее выделенные изоляты клостридий, референтные штаммы бактерий *Mannheimia haemolytica*, *Escherichia coli*, *Pasteurella multocida*, *Salmonella typhimurium*, а также пробы внутренних органов от телят с симптомами клостридиоза крупного рогатого скота инфекций.

Результаты исследования и обсуждение. В период с 2022 по 2025 год исследовали пробы биологического материала от телят до 6 месяцев, мертворожденных телят, абортированных плодов, коров и нетелей в количестве 260 шт. Пробы были получены из хозяйств Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской, Тюменской областей, Алтайского края, Республики Саха (Якутия) и Республики Казахстан.

Первичную изоляцию клостридий проводили на питательных средах: Кит-Тарощии, кровяной МПА с добавлением 5% глюкозы, агаре Шедлера в анаэробных условиях. В дальнейшем проводили получение чистых культур выделенных бактерий рода *Clostridium*.

При выполнении работы сравнивали эффективность выявления изучаемых видов клостридий с помощью разработанной нами ПЦР-РВ, с результатами выделения бактерий на искусственных питательных средах и исследованием их биохимическими методами.

**Сравнение эффективности идентификации культур клостридий
при помощи биохимической идентификации и ПЦР в реальном времени**

Метод исследования	Всего культур	Результат типирования культур бактерий, количество/%				
		<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Clostridium sporogenes</i>	<i>Clostridium sordellii</i>	<i>Clostridium septicum</i>	<i>Clostridium novyi (oedematiens)</i>
Биохимическая идентификация	163	130/79,7	3/1,84	16/9,8	4/2,5	10/6,2
ПЦР в реальном времени	105	80/76,2	5/4,7	10/9,5	4/3,8	5/4,7

С помощью бактериологического и биохимического методов (применение набора «АНАЭРОтест 23» (Erba Mannheim, Чехия) из 260 исследованных проб биоматериала от больных животных было выделено и идентифицировано 163 культуры бактерий рода *Clostridium*. Из них чаще всего на питательных средах выделяли бактерии *C. perfringens* (79,7%), реже *C. sordellii* (9,8%), *C. sporogenes* (1,84%), *C. septicum* (2,5%) и *C. lostridium novyi (oedematiens)* – 6,2%.

В ПЦР-РВ выявлено и типировано 105 изолятов клостридий, из которых 75 – *Clostridium perfringens*, 5 – *Clostridium sporogenes*, 10 – *Clostridium sordellii*, 4 – *Clostridium septicum*, из них 5 культур отнесены к видам *Clostridium novyi (oedematiens)*. Все выделенные изоляты оказались положительными в тесте на *Clostridium spp.*, что было подтверждено секвенированием по 16S рРНК.

При помощи ПЦР в реальном времени наиболее часто выявляли бактерии *Clostridium perfringens* (76,2%), реже *Clostridium sporogenes* (4,7%), *Clostridium sordellii* (9,5%), *Clostridium novyi (oedematiens)* (4,7%) и *Clostridium septicum* (3,8%). В бактериальных культурах также выявили ассоциации из двух или трех возбудителей клостридий.

Таким образом, разработанная полимеразная цепная реакция в реальном времени показала высокую специфичность при идентификации бактерий рода *Clostridium* и имеет перспективы использования, позволяет одновременно выявлять пять видов клостридий в смешанных и чистых бактериальных культурах.

Заключение. Использование разработанной ПЦР-РВ на пять видов клостридий позволяет повысить эффективность диагностических мероприятий при возникновении и распространении клостридиозов крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах

Российской Федерации. Наши исследования показали, что в этиологии клостридиозов крупного рогатого скота кроме *C. perfringens*, *C. sporogenes*, *C. sordellii* могут играть важную роль и другие виды бактерий рода *Clostridium*.

Список литературы

1. Данилюк А.В., Капустин А.В. Распространенность и видовое разнообразие клостридий – возбудителей анаэробных инфекций крупного рогатого скота // Труды всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко. - 2019. - № 81. - С. 19–26.
2. Безбородова Н.А., Шилова Е.Н., Соколова О.В., Томских О.Г., Кожуховская В.В. Видовое разнообразие изолятов бактерий рода *Clostridium*, циркулирующих на молочных комплексах Свердловской области // Ветеринария. - 2024. - № 7. - С. 13-20.
3. Нефедченко А.В., Глотов А.Г., Глотова Т.И., Судоргина Т.Е., Котенева С.В. Применение молекулярных методов для идентификации *Clostridium sporogenes*, *Clostridium perfringens* и *Clostridium sordellii*, выделенных от крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2024. - № 54 (9). - С. 64-72.
4. Нефедченко А.В., Судоргина Т.Е., Глотова Т.И., Котенева С.В., Глотов А.Г. Разработка метода видовой идентификации бактерий рода *Clostridium* в мультиплексной ПЦР в режиме реального времени // Вестник КрасГу. - 2024. - № 8. - С. 116-121.
5. Uzal A., Songer J.G. Clostridial Diseases. – USA, 2019. - P. 792–806.
6. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 3: The Firmicutes. - 2nd Ed. - New York: Springer-Verlag, 2009. - P. 1309-1329.
7. Chean R., Kotsanas D., Francis M.J., Palombo E.A., Jadhav S.R., Awad M.M., Lyras D., Korman T.M., Jenkin G.A. Comparing the identification of *Clostridium* spp. by two Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight (MALDI-TOF) mass spectrometry platforms to 16S rRNA PCR sequencing as a reference standard: a detailed analysis of age of culture and sample preparation // Anaerobe. - 2014. - Vol. 30. P. 85-89.
8. Moore R.J., Lacey J.A. Genomics of the Pathogenic Clostridia // Microbiol Spectr. - 2019. - Vol. 7 (3). – P. 177-209.
9. Silva R.O.S., Uzal F.A., Oliveira Jr. C.A., Lobato F.C.F. Clostridial Diseases of Animals. Gangrene Gas (Malignant Edema). - USA, 2016. - P. 243–254.
10. Патент на изобретение РФ RU 2826158 C1, 04.09.2024. Заявка № 2023118827 от 14.07.2023. Способ выявления клостридий видов *Clostridium sporogenes*, *Clostridium perfringens* и *Clostridium sordellii* / Нефедченко А.В., Глотова Т.И., Судоргина Т.Е., Глотов А.Г., Котенева С.В.

ОЦЕНКА ВИРУЛЕНТНОСТИ САЛЬМОНЕЛЛ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПТИЦ

Овчарова Е.С., канд. вет. наук, в.н.с.,
Маслов Д.В., канд. вет. наук, с.н.с.,
Новикова А.Ф., канд. вет. наук, с.н.с.,
Кутькина А.А., с.н.с.,
Балицкий Д.И., м.н.с.

Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства –
филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и
технологический институт птицеводства», г. Ломоносов, Россия
e-mail: vnivip@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования степени вирулентности сальмонелл, выделенных из внутренних органов сельскохозяйственных птиц различных технологических направлений.

Ключевые слова: сальмонеллез, сельскохозяйственная птица, патогенность, вирулентность, изоляты, экспериментальное заражение

Введение. В патологии желудочно-кишечного тракта птиц особую роль играют возбудители бактериальных инфекций. Они могут выступать в качестве первопричины патологии, а также сопровождать болезни вирусной и паразитарной этиологии. Наибольший экономический ущерб промышленному птицеводству наносят сальмонеллы [1-5]. Они становятся причиной снижения продуктивности, увеличения смертности птицепоголовья, низкой эффективности вакцинации против вирусных и бактериальных болезней, повышения микробной контаминации производственной среды, ухудшения качества получаемой продукции [6-8]. Чаще всего у кур выделяют серовары *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Infantis* [9]. Вирулентность штаммов сальмонелл может значительно варьироваться, что влияет на тяжесть течения болезни, уровень смертности и способность к персистенции в организме птицы и окружающей среде. Для оценки потенциальной опасности выделенных культур необходимо экспериментальное изучение их патогенных свойств.

Цель работы – определение степени патогенности 13 изолятов сальмонелл на модели цыплят при двух способах заражения: внутримышечном (оценка инвазивного потенциала) и пероральном (моделирование естественного пути инфицирования).

Материалы и методы. Работа проводилась в отделе бактериологии и виварии «ВНИВИП» - филиала ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП» и *поддержана бюджетным государственным финансированием, номер госрегистрации НИОКТР – 125041505204-1.*

Биологический материал для исследований получали от птицеводств различных технологических направлений. У выделенных изолятов изучали культуральные, морфологические, тинкториальные, биохимические, антигенные свойства [10]. Оценку патогенных свойств изолятов сальмонелл проводили на петухах кросса Декалб уайт. Для проведения исследований использовали петухов суточного возраста из хозяйства благополучного по инфекционным и паразитарным болезням птиц.

Для заражения цыплят были использованы 13 изолятов сальмонелл, выделенные от кур-несушек, гусей, перепелок, индеек и цыплят-бройлеров. Заражали суточной бульонной культурой 19-дневных петухов массой 230-250 г внутримышечно в грудную мышцу в объеме 0,3 см³, в концентрации 2,0-5,0x10⁸ КОЕ/см³, по 3 головы на каждый изолят.

Наблюдения за зараженной птицей проводили в течение 3 дней, отмечали степень выраженности клинических признаков. Через 72 часа после заражения всю птицу подвергали убою с последующим патологоанатомическим вскрытием. Для бактериологических исследований от всех птиц каждой группы были отобраны пробы внутренних органов – печень, сердце и селезенка.

Для заражения *per os* было отобрано 7 изолятов, вызывающие наибольшее проявление клинических признаков и патологических изменений во внутренних органах при внутримышечном введении, а также выделяющиеся из внутренних органов при бактериологическом исследовании. Из 33-дневных петухов было сформировано 8 групп по 6 голов в каждой – 7 опытных и 1 контрольная незараженная группа. Выделенные из внутренних органов культуры сальмонелл накапливали на МПБ с 1% глюкозой при 37 °С в течение 18-24 часов. Суточную бульонную культуру каждого изолята вводили в зоб в объеме 10 см³ концентрацией 2,0-5,0x10⁸ КОЕ/см³. Наблюдения за птицей проводили в течение 3 дней, отмечали степень выраженности клинических признаков. Через 24, 48 и 72 часа отбирали смывы с клоаки цыплят опытных и контрольной групп для проведения бактериологических исследований на сальмонеллез. Через 72 часа после заражения всю птицу подвергали убою с последующим патологоанатомическим вскрытием. Для бактериологических исследований на сальмонеллез от 3 птиц из каждой группы были отобраны пробы внутренних органов – печень, сердце, селезенка.

Результаты исследования. В результате проведенных бактериологических исследований было установлено, что изоляты № 1, 4, 6 и 13, выделенные от кур-несушек, цыплят-бройлеров гусей, относятся к группе E - S. Anatum; изоляты № 2, 3, 5, 7 и 10, выделенные от кур-несушек, перепелок и цыплят-бройлеров, относятся к группе D₁ – S. enteritidis, изоляты № 8, 9, 11, выделенные от гусей и цыплят-бройлеров, относятся к группе B – S. Typhimurium; изолят № 12, выделенный от цыплят-бройлеров относится к группе C₁ – S. Infantis.

Результаты исследований показали, что до момента заражения птиц всех групп активно поедали корм, были клинически здоровы, по внешнему виду соответствовали требованиям кросса. Через 24 часа после внутримышечного заражения у всех зараженных цыплят наблюдали значительное угнетение, которое проявлялось вялостью, взъерошенностью оперения, опусканием крыльев, в некоторых случаях – коматозным состоянием. Через 48 и 72 часа после заражения изолятами № 2, 4, 5, 8, 10 и 13 отмечалось улучшение клинического состояния, тогда как у птиц, зараженных изолятами № 1, 3, 7, 9, 11, 12 сохранялось стойкое угнетение. Также было отмечено, что при патологоанатомическом вскрытии птиц, зараженных изолятами № 1, 3, 7, 9, 11, 12 изменения во внутренних органах были наиболее выражены: гепатит с неравномерным окрашиванием паренхимы, спленомегалия с очагами некроза. При бактериологическом исследовании из внутренних органов зараженных цыплят выделялись изоляты № 1, 3, 6, 7, 9, 11, 12.

Для проведения второго этапа заражения методом *per os* были отобраны изоляты № 1, 3, 6, 7, 9, 11, 12, вызывающие стойкие клинические признаки, более выраженные патологоанатомические изменения, а также выделяющиеся из внутренних органов при бактериологическом исследовании.

Через 24 часа после заражения у птиц всех опытных групп отмечалось угнетенное состояние, отказ от корма, вялость, взъерошенность оперения. Через 48 часов количество птиц с клиническими признаками уменьшалось во всех группах. Через 72 часа диарея отмечалась у всех птиц опытных групп. Наибольшее проявление клинических признаков было отмечено в группах № 3, 6, 9 и 12. При патологоанатомическом вскрытии основные макроскопические изменения были отмечены в селезенке, печени, поджелудочной железе, почках, а также в тонком и толстом отделах кишечника. При бактериологическом исследовании выделение сальмонелл отмечалось из печени, сердца и селезенки при заражении изолятами № 3, 6, 9 и 12 у всех цыплят в группе, тогда как изолят № 7 и 11

выделялись из печени и сердца только в одном случае. Изолят № 1 из внутренних органов не выделялся.

Заключение. Экспериментальные исследования позволили установить штаммы сальмонелл, обладающие высокой степенью патогенности для цыплят - *S. Enteritidis* (№ 3), *S. Typhimurium* (№ 9), *S. Anatum* (№ 1) и *S. Infantis* (№ 12). Эти штаммы способны вызывать тяжелое системное заболевание как при парентеральном, так и при пероральном заражении, активно размножаться во внутренних органах и выделяться во внешнюю среду, поддерживая эпизоотический процесс. Выявление и мониторинг таких высокопатогенных штаммов имеют ключевое значение для оценки рисков в хозяйствах, а также разработки эффективных мер специфической профилактики.

Список литературы

1. Рузина А.В., Рождественская Т.Н., Панкратов С.В. Эпизоотологические и эпидемиологические аспекты сальмонеллеза птиц // Птица и птицепродукты. – 2022. – № 5. – С. 35-37.
2. Грицан А.В., Афонюшкин В.Н. Анализ причинно-следственных связей распространения сальмонелл на птицефабриках бройлерного направления с использованием ациклических графов // Молодые ученые. Современный взгляд на будущее АПК: сб. науч. тр. – Краснообск: Агронаука, 2025. – С. 27-29.
3. Троценко О.Е., Курганова О.П., Зайцева Т.А., Базыкина Е.А. Анализ текущей эпидемиологической ситуации в мире и современный научный подход в организации эпидемиологического надзора за инфекционными заболеваниями // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2024. – № 47 (47). – С. 7-18.
4. Шевченко А.А., Конов Б.Р., Черных О.Ю., Шевченко Л.В. Мониторинг инфекционных болезней кур в Краснодарском крае и в Республике Адыгея // Ветеринарная патология. – 2025. – Т. 24. - № 2. – С. 55-62.
5. Melnikova T.V, Bagybaeva A.M., Hanif N.Ch. et al. Биологическая и экологическая характеристика возбудителя сальмонеллеза сельскохозяйственных кур // Microbiology and Virology. – 2024. – No. 1 (44). – P. 54-85.
6. Shaji S., Selvaraj R.K., Shanmugasundaram R. Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies // Microorganisms. – 2023. – No. 11 (11). P. 2814.
7. Семина А.Н. Сероварианты сальмонелл в птицеводческих хозяйствах // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2020. – № 7. – С. 31-36.
8. Nazari Moghadam M., Rahimi E., Shakerian A. et al. Prevalence of *Salmonella Typhimurium* and *Salmonella Enteritidis* isolated from poultry meat: virulence and antimicrobial-resistant genes // BMC Microbiol. – 2023. - Vol. 23. – P. 168-176.
9. Borland E.D. Salmonella infection in poultry // Vet Rec. – 1975. – No. 97 (21). – P. 406-408.
10. МУ 4.2.4070-24. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. – М.: ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2022. – 123 с.

УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ У СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АНТИОКСИДАНТОВ

Палевич Ю.Г., аспирант

Научный руководитель – Панова Н.Е., канд. вет. наук, с.н.с.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: belich@5thhive.nl

Аннотация. В статье рассматривается терапевтическая эффективность лекарственного препарата для ветеринарного применения Эмидонол 20%, а именно его влияние на процессы восстановления глюкозы у спортивных лошадей.

Ключевые слова: глюкоза, восстановление, антиоксиданты, спортивные лошади

Введение. В конном спорте, где результат зависит от тонкого баланса между нагрузкой и восстановлением, все большее внимание уделяется не только развитию выносливости и силы, но и сложным биохимическим процессам, лежащим в основе этих качеств. Один из важных моментов – это восстановление запасов глюкозы, который предоставляет собой многокомпонентный процесс, на который влияет не только своевременное поступление углеводов, но и состояние внутренней среды организма [3]. В этом контексте критически важную, хотя и часто недооцененную, роль играют антиоксиданты. Эти соединения, нейтрализующие разрушительные свободные радикалы, образующиеся в огромных количествах во время интенсивных нагрузок, создают необходимые метаболические условия для быстрого и полноценного усвоения глюкозы мышечными клетками. Таким образом, стратегия постнагрузочного восстановления современной спортивной лошади должна рассматривать восполнение глюкозы и поддержку антиоксидантной системы как две взаимосвязанные и равнозначные цели, достижение которых является залогом устойчивых результатов и долголетия в спорте [2].

Цель наших исследований – выяснить может ли применение антиоксиданта Эмидонол 20% ускорить процесс восстановления глюкозы у лошадей после интенсивных тренировочных или соревновательных нагрузок.

Задачи:

1. Посмотреть влияние антиоксидантов на уровень восстановления глюкозы.
2. Сравнить действие препарата Эмидонол 20% с препаратом-аналогом (витамин С).

Материалы и методы. Для исследования препарата Эмидонол 20% использовали лошадей, в возрасте от 8 до 12 лет. Было сформировано три группы (n = 5) по принципу аналогов (лошади несли одинаковую нагрузку, находились в равных условиях содержания и кормления): 2 опытных и 1 контрольная. В качестве аналога был выбран препарат Витамин С (аскорбиновая кислота). Эмидонол 20% выпаивали лошадям по 20 мл/500 кг (8 мг/кг по действующему веществу) 2 раза в день в течение 15 дней перорально. Витамин С выпаивали по 7 г/гол. 1 раз в день, предварительно растворив в воде комнатной температуры, в течение 15 дней.

Уровень глюкозы в крови измеряли с помощью глюкометра Ассу-Chek до начала опыта, сразу после курса выпаивания и через 7, 21, 45 дней.

Наш интерес к данному средству обусловлен его заявленными фармакологическими свойствами: прямой антиоксидантной активностью, способностью ингибировать перекисное окисление липидов и стабилизировать клеточные мембраны. В контексте постнагрузочного восстановления глюкозы мы исследуем гипотезу о том, что модуляция окислительного

стресса с помощью эмидонола может создать более благоприятный метаболический фон для восстановления глюкозы [1].

Результаты исследований. Из данных табл. 1 и 2 мы видим время восстановления глюкозы у всех трех групп лошадей после повышенной нагрузки. Представленные данные позволяют провести сравнительный анализ эффективности двух исследуемых схем антиоксидантной поддержки в динамике восстановления после нагрузки. В контрольной группе время восстановления оставалось стабильно высоким (120 минут) на всех этапах наблюдения, что задает базовый уровень для сравнения.

Таблица 1

Показатели глюкозы у спортивных лошадей во время нагрузки, ммоль/л

День опыта	Группа	До нагрузки	Сразу после	Через 30 мин	Через 60 мин	Через 90 мин	Через 120 мин
1-й	Опыт № 1 ^a	4,84±0,76	3,7±0,3*	4,1±0,52	4,34±0,38	4,51±0,29	4,84±0,76
15-й		5,1±0,14	3,5±0,22*	4,7±0,12	5,1±0,14	5,1±0,14	5,1±0,14
21-й		4,98±0,62	3,66±0,84	4,98±0,62	4,98±0,62	4,98±0,62	4,98±0,62
28-й		5,09±0,11	3,8±0,32	4,13±0,43*	4,94±0,11	4,94±0,11	4,94±0,11
60-й		4,9±0,08	3,2±0,8	3,44±0,65	3,89±0,51	4,46±0,25	4,9±0,08
1-й	Опыт № 2 ^b	4,52±0,22	3,06±0,18	3,54±0,12	4,08±0,11	4,23±0,12	4,52±0,22
15-й		4,56±0,26	2,81±0,16	3,42±0,09	4,12±0,35	4,56±0,35**	4,56±0,35
21-й		4,51±0,16	2,78±0,25	3,66±0,19	4,51±0,16	4,51±0,16	4,51±0,16
28-й		4,7±0,06	3,6±0,8	3,99±0,36	4,7±0,06**	4,7±0,06	4,7±0,06**
60-й		4,64±0,03	2,86±0,27	3,22±0,08	3,86±0,03	4,31±0,08	4,64±0,03
1-й	Контроль	4,58±0,52	3,23±0,39	3,77±0,45	3,86±0,41	4,24±0,38	4,58±0,52
15-й		4,62±0,3	3,78±0,44	3,89±0,45	4,26±0,41	4,34±0,38	4,62±0,3
21-й		4,58±0,27	2,82±0,35	3,16±0,37	3,7±0,37	4,18±0,34	4,58±0,27
28-й		5,26±0,21	3,34±0,36	3,92±0,33	4,34±0,31	4,96±0,26	5,26±0,21
60-й		4,9±0,17	3,33±0,37	3,5±0,3	4,02±0,25	4,66±0,21	4,9±0,17

Примечание. а – препарат Эмидонол 20%; b – витамин С; *p < 0,05, достоверность различий групп сравнения и контроля; **p < 0,01, достоверность различий групп сравнения и контроля.

Таблица 2

Время восстановления глюкозы у спортивных лошадей после нагрузки

Группа	День опыта	1-й	15-й	21-й	28-й	60-й
Опыт № 1 (Эмидонол 20%)	Время восстановления, мин	120	60	30	60	120
Опыт № 2 (вит. С)		120	60	60	60	120
Контроль		120	120	120	120	120

Наличие выраженного положительного эффекта в опытных группах: к 21-му дню обе схемы с антиоксидантами показали результат вдвое лучше контроля, что подтверждает общую важность антиоксидантной поддержки для ускорения восстановления. Сравнительное преимущество Эмидонола 20%: на 21-й день опыт с Эмидонолом (опыт № 1) продемонстрировал максимальный эффект – время восстановления сократилось до 30 минут, что в 4 раза быстрее контроля и в 2 раза эффективнее схемы с витамином С (опыт № 2, 60 минут). Это указывает на более выраженное или комплексное действие этилметилгидроксипиридина сукцината на процессы, лимитирующие скорость восстановления (возможно, за счет мощной мембранопротекции и влияния на метаболизм глюкозы в условиях оксидативного стресса). Витамин С обеспечивает плавную

стабилизацию без фазовых колебаний, проявляя себя как «мягкий» метаболический корректор.

Выводы

1. Применение антиоксидантов ускоряет процесс восстановления глюкозы при интенсивных нагрузках.

2. Применение Эмидонола 20% и витамина С у спортивных лошадей достоверно сокращает время восстановления уровня глюкозы после физической нагрузки по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует об эффективности обоих препаратов в снижении метаболического стресса, индуцированного физической нагрузкой. Эмидонол проявляет более выраженное и быстрое действие на восстановление глюкозы, достигая пика эффективности к 3-й неделе. Витамин С действует более стабильно и предсказуемо в течение курса, обеспечивая восстановление за 60 минут. Спустя два месяца, после применения, терапевтический эффект пропадает;

Список литературы

1. Семенов Б.С. Влияние тренинга на биохимические показатели крови у лошадей, участвующих в соревнованиях // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2022. – № 3. – С. 8-10.
2. Шатилов А.В. Антиоксидантная система крови лошадей в норме, при хронических заболеваниях сердца и лёгких, и при применении с лечебной целью антиоксидантов // Ветеринарная патология. – 2008. – № 1. – С. 199-201.
3. Финогенов А.Ю. Гематологические показатели лошадей до и после активного тренинга // Ветеринарная наука – производству: сб. науч. тр. РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского» / под ред. А.А. Гусева. – Минск, 2005.

<https://doi.org/10.26898/2026-265>
УДК 579.62

ВЛИЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КОЛИЦИНОТИПОВ *ESHERICHIA COLI* В КИШЕЧНИКЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОЛИИНФЕКЦИИ У ПТИЦ

Панихина А.М.^{1,2}, студент,

Корюков М.А.², м.н.с.,

Афонюшкин В.Н.^{2,3}, канд. биол. наук

¹Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
Новосибирск, Россия

²Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
Новосибирск, Россия

³Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Аннотация. Колибактериоз птиц, вызываемый avian pathogenic *Escherichia coli* (АРЕС), часто развивается на фоне нарушения кишечной микробиоты, при котором важную роль играют внутривидовые конкурентные взаимодействия, опосредованные колицинами. Целью работы была оценка биоразнообразия колицинотипов *E. coli* в кишечнике здоровой птицы и птицы с признаками колиинфекции. Исследование проведено на 29 образцах кишечного содержимого птиц с трёх птицефабрик. Анализ колицинотипов выполнен методом таргетного NGS-секвенирования на платформе Illumina MiniSeq. Биоразнообразие оценивали с использованием индекса Симпсона, статистические различия между группами

определяли критерием Манна – Уитни с поправкой на множественные сравнения. Показано снижение биоразнообразия колицинотипов у птицы с колиинфекцией, что указывает на доминирование отдельных колициногенных клонов *E. coli* и ослабление антагонистических взаимодействий в микробном сообществе кишечника.

Ключевые слова: колибактериоз, АРЕС, колицины, NGS-секвенирование

Введение. Инфекции, вызванные *E. coli*, наносят значительный вред сельскому хозяйству. Так, avian pathogenic *E. coli* (АРЕС) часто являются причиной колибактериоза – тяжёлого системного заболевания, часто приводящего к высоким уровням смертности. Экспансия этих штаммов в организме может приводить к азросаккулитам, перитонитам, сепсису и поражению внутренних органов, что делает колибактериоз одной из ведущих бактериальных инфекций в промышленном птицеводстве [1, 2].

Колибактериоз у птиц почти всегда проявляется не изолированно, а на фоне других стрессовых факторов: вирусных инфекций, неправильного кормления, дисбаланса микробиоты, нарушений санитарных условий. В таких ситуациях *E. coli*, которая в иной среде могла бы оставаться комменсалом, выступает как вторичный патоген, который усиливает и усугубляет исход основного заболевания [3, 4].

Вторичность инфекции делает стандартную антибактериальную терапию неэффективной, если она не учитывает общий инфекционный контекст и чувствительность эпизоотически значимого штамма. Исследования показывают, что изоляты АРЕС в различных странах демонстрируют очень высокие уровни устойчивости к традиционным антибиотикам, включая аминогликозиды, тетрациклины, β -лактамы и сульфаниламиды [2, 5, 6].

В контексте инфекций, вызванных *E. coli*, важно не только определить патогенность штамма, но и понять механизм его доминирования в микробном сообществе хозяина.

Ключевую роль во внутривидовых взаимодействиях играют колицины – белки *E. coli*, обладающие антибактериальной активностью и направленные преимущественно на близкородственные штаммы, которые обеспечивают конкурентное преимущество за счёт уничтожения чувствительных штаммов и участвуют в формировании структуры микробного сообщества в кишечнике [7].

Разработка специфического теста на продукцию и типы колицинов важна для выявления доминантных патогенных клонов и может служить основой для создания пробиотических систем с заданными колицинотипами, способных подавлять патогенные линии и восстанавливать микробное равновесие в кишечнике, уменьшая зависимость от антибиотиков и риски устойчивости.

Материалы и методы. Для исследования были отобрано всего 29 образцов кишечного содержимого птиц здоровых и с признаками колиинфекции с трех различных птицефабрик («1 птицефабрика» – 3 птицы с признаками инфекции, 2 здоровых, «2 птицефабрика» – 12 птиц с признаками инфекции, 5 здоровых, «3 птицефабрика» – 3 птицы с признаками инфекции, 4 здоровых).

Выделение ДНК проводили с использованием реагента Лира (Biolabmix, Новосибирск, Россия) до стадии разделения фаз, после этого из отобранной интерфазы выделяли ДНК силико-сорбционным методом.

Для амплификации использовали разработанную панель праймеров с адаптерами Illumina [8], направленную на гены колицинов. Реакционную смесь готовили в объёме 20 мкл, содержащем 10 мкл 2 $\times$ смеси BioMaster HS-qPCR SYBR Blue, 5 мкл смеси праймеров (3 мкМ каждого) и 5 мкл выделенной ДНК. Амплификацию проводили на приборе T100 (Bio-Rad) по программе: 95 °C – 3 мин; 28 циклов (95 °C – 30 с, 56 °C – 30 с, 72 °C – 1 мин). Регистрировали флуоресценцию для оценки образования гетеродуплексов и специфичности амплификации. После проводили очистку на магнитных частицах. Для присоединения индексов Illumina ко вторичной библиотеке проводили вторую ПЦР в объёме 50 мкл: 20 мкл

очищенной ДНК, 25 мкл смеси для ПЦР и 5 мкл индексирующих праймеров. Амплификацию выполняли по программе: 4 цикла (95 °C - 30 с, 60 °C - 30 с, 72 °C - 1 мин). Полученные библиотеки очищали повторно с использованием магнитных частиц. Концентрацию ДНК определяли на флуориметре Qubit4 (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific). Библиотеки нормализовали и объединяли в равных концентрациях для секвенирования. Объединённые библиотеки отправляли на секвенирование на платформе Illumina MiniSeq.

Количественные данные были получены методом таргетного секвенирования на платформе Illumina MiniSeq с последующим анализом в Qiime2 и собственной скриптовой среде Python.

Для анализа уровня биоразнообразия в пробах использовали критерий Симпсона с проверкой значимости с помощью критерия Манна – Уитни. Для расчета наличия значимых различий между пробами был использован тест Манна – Уитни.

Результаты. По результатам о количестве прочтений генов колицинов, полученных в результате таргетного NGS-секвенирования, был рассчитан индекс Симпсона для каждой пробы кишечного содержимого. Статистический анализ с использованием критерия Манна – Уитни выявил значимое различие между группами здоровой птицы и птицы с признаками колиинфекции ($p = 0,000024$).

Было выявлено существенное снижение медианного значения индекса Симпсона в группе с колибактериозом (0) по сравнению со здоровыми птицами (0,498) (см. таблицу). Это указывает на выраженное падение биоразнообразия генов колицинов и нарушение структуры микробного сообщества при патологии. Низкие и нулевые значения индекса у больных птиц (наблюдаемые в 64,7% случаев) свидетельствуют о резком снижении разнообразия колициногенных штаммов *E. coli* и возможном доминировании одного или нескольких патогенных клонов. Это приводит к ослаблению антагонистических взаимодействий в микробиоценозе, что, вероятно, является одним из ключевых факторов, способствующих развитию и поддержанию инфекционного процесса.

Медианные значения индекса Симпсона для птицы в зависимости от ее инфекционного статуса

Инфекционный статус	Медианное значение индекса Симпсона
Здоровы	0,498
Колиинфекция	0

Для оценки различий между группами здоровой и больной птицы был проведён множественный анализ с использованием критерия Манна – Уитни по 8 колицинотипам.

У цыплят-бройлеров («птицефабрика 1») после коррекции на множественные сравнения FDR статистически значимых различий ($p_{adj} < 0,05$) между группами выявлено не было. Наибольшие различия по абсолютной величине разницы медиан наблюдались для колицина В и колицина Ib. Для колицинотипов В, Ib, М, Ia медианные значения были выше в группе здоровых цыплят, в то время как для колицина S4 наблюдалась противоположная тенденция. Колицины E1, V и Y демонстрировали нулевую представленность в обеих группах.

У цыплят-бройлеров («птицефабрика 2»), после коррекции на множественные сравнения FDR статистически значимых различий ($p_{adj} < 0,05$) между группами выявлено не было. Наибольшие различия по абсолютной величине разницы медиан наблюдались для колицина В и колицина М. Для колицинотипов В, М, S4 и Ia медианные значения были выше в группе больных кур, в то время как для колицинов Ib и V – в группе здоровых кур. Колицины Y и E1 демонстрировали нулевую представленность в обеих группах.

У цыплят-бройлеров («птицефабрика 3»), после коррекции на множественные сравнения FDR статистически значимых различий ($p_{adj} < 0,05$) между группами выявлено не было. Однако наблюдается выраженная тенденция для колицина Ia, который

демонстрирует значимые различия при анализе без поправки ($p = 0,0263$). У здоровых птиц колицин Ia встречается в 60% образцов, в то время как у больных птиц – лишь в 16,7% образцов. Аналогичные, хотя и менее выраженные, тенденции наблюдаются для колицинов M и V.

Следует отметить, что для трёх колицинотипов (E1, S4 и Y) не получено ни одного положительного результата в группе больных птиц, что может указывать на их отсутствие или существенное снижение при патологическом состоянии.

Исследование выявило достоверное снижение биоразнообразия колицинотипов *E. coli* в кишечнике птиц при колиинфекции по сравнению со здоровыми особями, что подтверждается статистически значимым различием по индексу Симпсона. Хотя анализ по отдельным типам колицинов после поправки на множественные сравнения не показал значимых различий, наблюдались неоднородные тенденции. В частности, у больных птиц отмечалось снижение представленности или отсутствие определённых колицинотипов (Ia, M, V, E1, S4, Y). Полученные данные свидетельствуют о том, что развитие колибактериоза сопровождается доминированием ограниченного числа патогенных клонов и нарушением баланса конкурентных взаимодействий в кишечном микробиоме, что может быть ключевым фактором поддержания инфекционного процесса.

Список литературы

1. Timur N. P. V. T. и др. Phenotypic and Resistance Patterns of Avian Pathogenic Escherichia coli Isolated from Commercial Poultry Farm // Trop. Anim. Sci. J. 2026. Т. 49, № 1. С. 79–87.
2. Lúcio C. J. и др. Virulence and Antimicrobial Resistance of Avian Pathogenic Escherichia coli (APEC) Isolates from Poultry in Brazil // Poultry. publisher, 2025. Т. 4, № 1.
3. Fancher C. A. и др. Avian Pathogenic Escherichia coli and Clostridium perfringens: Challenges in No Antibiotics Ever Broiler Production and Potential Solutions // Microorganisms. publisher, 2020. Т. 8, № 10.
4. Watts A., Wigley P. Avian Pathogenic Escherichia coli: An Overview of Infection Biology, Antimicrobial Resistance and Vaccination // Antibiotics. Basel, Switzerland, 2024. Т. 13, № 9. С. 809.
5. Li F. и др. Molecular Epidemiology and Antibiotic Resistance Associated with Avian Pathogenic Escherichia coli in Shanxi Province, China, from 2021 to 2023 // Microorganisms. 2025. Т. 13, № 3. С. 541.
6. Subedi M. и др. Antibiotic resistance pattern and virulence genes content in avian pathogenic Escherichia coli (APEC) from broiler chickens in Chitwan, Nepal // BMC Vet. Res. 2018. Т. 14, № 1. С. 113.
7. Riley M. A. и др. The ecological role of bacteriocins in bacterial competition // Trends Microbiol. Elsevier, 1999. Т. 7, № 3. С. 129–133.
8. Корюков М. А. и др. Разработка методики мультиплексного анализа колицинотипов *E. coli* // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета. 2025. № 11 (253). С. 58–62.

РАДИОНУКЛИДЫ В КУРИНЫХ ЯЙЦАХ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЬФА-АКТИВНОСТИ

**Панченко Е.В., студент,
Остапчук Е.С., студент,
Фазуллина Р.Р., студент**

Научный руководитель – Гречкина В.В., канд. биол. наук, доцент
Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия
e-mail: Viktorial985too@mail.ru

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ содержания радионуклидов в домашних и промышленных яйцах из различных районов Оренбургской области. Исследование проводилось с целью оценки уровня альфа-активности, которая является показателем радиоактивного загрязнения продукции птицеводства. Лабораторные измерения показали варьирование альфа-активности от 0,0056 до 0,012 Бк/м³. Разница между минимальным и максимальным уровнем составила 53,3%. Повышенная альфа-активность связана с накоплением радионуклидов из окружающей среды и кормов. Результаты подчеркивают важность мониторинга радиационной безопасности пищевой продукции для защиты здоровья населения.

Ключевые слова: радионуклиды, альфа-активность, яйца, птицеводство, проба

Введение. Изучение содержания радионуклидов в яйцах, как домашних, так и промышленных, представляет собой важное направление в области продовольственной безопасности и радиационной защиты. Среди пищевых продуктов, с которыми радионуклиды поступают в организм человека, продукты животноводства и птицеводства занимают одно из ведущих мест [1].

Радионуклиды поступают в организм сельскохозяйственных животных в основном с кормом, далее метаболизируются (всасываются, распределяются, депонируются и выводятся), что влияет на их накопление в животноводческой продукции [2]. Основной вред радионуклидов для человека и животных – канцерогенное и мутагенное действие. При этом внутреннее альфа-излучение, в отличие от внешнего, особенно опасно, так как его частицы способны поражать организм [3].

Стоит обратить внимание на то, что уровень накопления радионуклидов в продукции птицеводства – актуальная проблема в современном мире, обусловленная влиянием антропогенных и природных источников радиации на окружающую среду.

Было установлено, что радиоактивные вещества в яйце распределяются неравномерно, с основной концентрацией в скорлупе. Со временем общее содержание радионуклидов в яйце уменьшается, однако относительная радиоактивность скорлупы растет, тогда как в белке и желтке снижается. Радиохимический анализ показал, что щелочноземельные элементы, такие как стронций и барий, преимущественно накапливаются в скорлупе [4].

Основной целью данного исследования является выявление и сравнительный анализ альфа-активности в домашних и промышленных яйцах.

Материал исследования. Образцы яиц были отобраны из разных районов Оренбургской области, а именно: домашние яйца из Первомайского района, домашние яйца из Адамовского района, домашние яйца из Оренбургского района и яйца из продуктового магазина.

Лабораторный анализ яиц на альфа-активность был проведен в Центре оценки экспертизы ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, что подтверждает высокий уровень научной достоверности и надежности проведенных исследований. Измерение проводилось с помощью спектрометра «Прогресс-2000».

Результаты исследования. Результаты исследования альфа-активности проб, полученных из различных источников, выявили следующие показатели:

1. Яйца, произведенные в Первомайском районе Оренбургской области, продемонстрировали альфа-активность на уровне $0,0056 \text{ Бк/м}^3$.

2. Проба яиц из Адамовского района Оренбургской области показала альфа-активность $0,009 \text{ Бк/м}^3$.

3. Яйца, отобранные в Оренбургском районе Оренбургской области, имели самый высокий зарегистрированный показатель, составивший $0,012 \text{ Бк/м}^3$.

4. В пробе яиц, приобретенных в продуктовом магазине, зафиксирована альфа-активность на уровне $0,011 \text{ Бк/м}^3$.

Для анализа полученных данных была сформирована диаграмма (см. рисунок), отображающая распределение альфа-активности в зависимости от географического происхождения проб. Анализ диаграммы позволяет заключить, что уровень альфа-активности демонстрирует вариативность, обусловленную местом отбора проб:

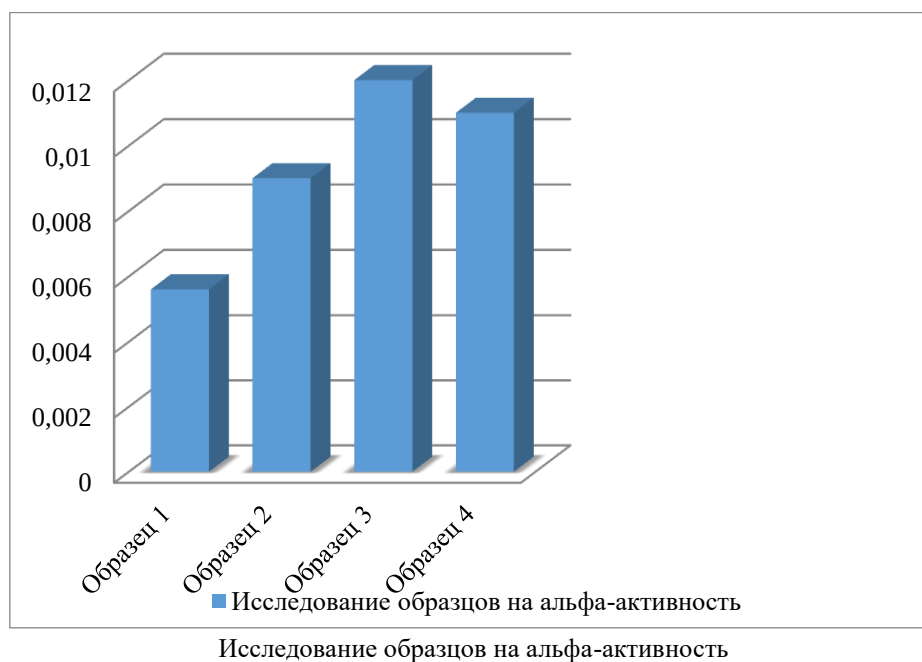
- Первомайский район: значение альфа-активности составило $0,0056 \text{ Бк/м}^3$, что является минимальным показателем среди исследованных проб.

- Адамовский район: зафиксирован уровень альфа-активности $0,009 \text{ Бк/м}^3$.

- Оренбургский район: продемонстрировал максимальное значение альфа-активности, равное $0,012 \text{ Бк/м}^3$.

- Продуктовый магазин: уровень альфа-активности составил $0,011 \text{ Бк/м}^3$.

Разница между максимальным и минимальным зарегистрированными значениями составляет 53,3%, что свидетельствует о значительной вариации уровня альфа-активности в зависимости от источника происхождения яиц.



Вывод. Альфа-активность была обнаружена во всех исследованных образцах. Наибольшее значение зафиксировано в образце № 3 (Оренбургский район), а наименьшее – в образце № 1 (Первомайский район). Разница между этими значениями составила 53,3%.

Вероятными причинами повышенной альфа-активности в Оренбургском районе могут быть радионуклиды, содержащиеся в почве, воде и воздухе. Эти элементы могут накапливаться в организме птицы и, как следствие, в яйцах. Кроме того, загрязнение кормов радионуклидами также способствует их поглощению птицей, что приводит к накоплению в тканях организма и последующей передаче в продукты животного происхождения.

Список литературы

1. Гертман А.М. Радиационный контроль на продовольственных рынках: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2022. – 200 с.
2. Алиев Р.А. Радиоактивность: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2022. – 304 с.
3. Новикова Л.Н. Основы сельскохозяйственной радиологии: учеб.-метод. пособие. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2015. – 185 с.
4. Трошин Е.И., Васильев Р.М., Васильев Р.О. и др. Радиоэкология: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУВМ, 2019. – 75 с.
5. Гречкина В.В., Дубинин В.И., Веселова Е.И., Зотова А.В. Радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs в продукции птицеводства // Современные проблемы развития ветеринарной медицины и биотехнологии: сб. науч. тр. – Оренбург, 2023 – С. 262-264.
6. Гречкина В.В., Торшков А.А., Герасименко В.В., Евсеева М.А., Марченко С.В. Количественный анализ радиоактивных элементов в продукции птицеводства // Инновационные достижения в ветеринарии, зоотехнии, биотехнологии и экологии: сб. науч. тр. – Оренбург, 2024. – С. 352-354.
7. Федотова А.С. Радиационная безопасность сельскохозяйственной продукции: учеб. пособие. – Красноярск: КрасГАУ, 2020. – 219 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-267>
УДК 619:616.98:579.882.11-085:636.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ХЛАМИДИОЗНОГО КОНЬЮНКТИВИТА У КОШЕК

Пестрикова С.А., студент

Научный руководитель – Романов А.А., канд. вет. наук
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Россия
e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается эффективность лечения хламидиозного конъюнктивита у кошек с помощью двух схем лечения данного заболевания. Комплексная терапия с применением Доксициклина продемонстрировала более высокую клиническую эффективность, чем во 2-й группе, где применялся Азитромицин. Применение Доксициклина в комплексной терапии хламидиозного конъюнктивита у кошек является патогенетически обоснованным, клинически эффективным и может быть рекомендовано в качестве препарата первого выбора.

Ключевые слова: хламидиозный конъюнктивит, кошки, доксициклин, азитромицин, эффективность лечения, ретроспективное исследование

Инфекционные заболевания глаз остаются серьезной проблемой в практике ветеринарного врача. Среди них конъюнктивит, ассоциированный с *Chlamidya felis*, занимает лидирующие позиции по частоте встречаемости. Патоген обладает тропностью к конъюнктивальному эпителию, вызывая характерный фолликулярный конъюнктивит, часто

с односторонним началом и возможным переходом на второй глаз. Заболевание высококонтагиозно в условиях скученного содержания (питомники, приюты) и представляет непосредственную опасность для человека, особенно для детей и лиц с иммуносупрессией, что относит его к группе зооантропонозов. Несмотря на наличие утвержденных протоколов лечения, в клинической практике наблюдаются случаи затяжного течения, рецидивов и формирования устойчивости к терапии. Это обуславливает необходимость поиска и сравнения наиболее эффективных, безопасных и удобных в применении схем лечения, что и явилось целью данного исследования [1, 4].

Данная инфекция протекает не только с поражением глаз, но и может затрагивать верхние дыхательные пути, проявляясь ринитом, фарингитом и, в редких случаях, пневмонией. Однако доминирующим в клинической картине остаётся конъюнктивит (гнойный или серозный), реже - кератит. На долю хламидийных конъюнктивитов приходится значительная часть - от 30 до 46% всех случаев конъюнктивитов у кошек [3].

Заболевание обычно начинается односторонне, с поражением одного глаза и через 5-7 дней переходит на второй. Ранним признаком служит выраженная эпифора (обильное слезотечение), которая в дальнейшем сменяется слизистыми или слизисто-гнойными выделениями. Характерен также блефароспазм. Острая фаза инфекции может длиться до 60 дней, и симптомы иногда способны к спонтанному разрешению. Тем не менее при отсутствии своевременного и корректного лечения высок риск хронизации процесса с периодическими рецидивами [2, 5].

Целью данного исследования была сравнительная оценка эффективности двух схем системной антибиотикотерапии в сочетании с местным лечением. В ретроспективное исследование включены 30 кошек с подтвержденным диагнозом.

Работа выполнена на базе ветеринарной клиники «Зоомед» г. Миасс Челябинской области, а также на кафедре инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

Объектами исследования в работе стали кошки различных пород и возрастных групп, которые принадлежали приютам г. Миасс в количестве 30 животных с подтвержденным хламидиозным конъюнктивитом. Важный фактор - на момент начала исследования ни одно животное не было вакцинировано против респираторных инфекций кошек. Для постановки предварительного диагноза на хламидиозный конъюнктивит использовался комплексный подход, включающий анализ анамнестических данных (происхождение из приюта, отсутствие вакцинации), результаты детального клинического и офтальмологического осмотра, а также оценку эпизоотической обстановки (фактор скученного содержания).

С целью общего мониторинга состояния здоровья всем животным было проведено общее клиническое исследование крови. Окончательная этиологическая верификация диагноза «хламидиозный конъюнктивит» была выполнена с помощью высокоспецифичного метода полимеразной цепной реакции, для которого в качестве материала использовались соскобы с конъюнктивы пораженных глаз. Клинические признаки у каждого животного включали: наличие острого и подострого двустороннего конъюнктивита, положительный результат ПЦР-диагностики соскоба конъюнктивы на *Chlamydia felis*. Животные с сопутствующими системными заболеваниями, признаками герпесвирусной или кальцивирусной инфекции были исключены. Животные были разделены на 2 группы по 15 особей в возрасте от 4 месяцев до 3 лет. 1 группа. Получала системный антибиотик Доксициклин перорально 10 мг/кг 1 раз в сутки в течение 14 дней. Местно - глазные капли «Ципровет» 3-4 раза в день и глазная мазь «Корнерегель» 2 раза в день для репарации роговицы. 2 группа. Получала системный антибиотик Азитромицин перорально в дозе 10 мг/кг 1 раз в сутки в течение 3 дней, затем 1 раз в 48 часов ещё 3 приема (общий курс 9 дней). Местная терапия была идентична 1-й группе. В табл. 1 представлены результаты исследования общего анализа крови при поступлении.

Таблица 1

Результаты общего анализа крови при поступлении

Показатель	Норма	Группа 1	Группа 2
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	5,5-19,5	21,5+- 1,9	22,1+-3,2
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	5,5-18,0	20,4+-1,6	23,1+-2,8
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	1,5-7,0	3,0+-0,2	3,1+-0,6
Моноциты, $\times 10^9/\text{л}$	0-0,85	0,97+-0,08	1,02+-0,19
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0-4	0,45+-0,07	0,45+-0,21
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	5,2-10,8	8,1+-0,2	8,1+-0,6
Гемоглобин, г/л	90-170	110+-3	112+-9
Тромбоциты, $\times 10^9/\text{л}$	200-600	398+-18	408+-60
СОЭ, мм/ч	1-6	15,0+-2,8	17,5+-3,5

Проведенный анализ выявил однородную картину у животных обеих групп, соответствующую острому воспалительному процессу бактериальной природы с тенденцией к хронизации. На это указывает сочетание нейтрофильного лейкоцитоза с моноцитозом и высокой СОЭ. Отсутствие значимых различий в основных показателях между группами подтверждает сопоставимость из исходного клинического и иммунологического статуса до начала лечения, что является важным условием для объективной сравнительной оценки эффективности последующей терапии. Оценка эффективности проводилась на 3, 7, 14-й день от начала лечения и через 30 дней (контроль рецидивов). Статистическая обработка данных проводилась с использованием t-критерия Стьюдента и критерия хи-квадрата. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. В табл. 2 показана динамика клинических показателей в группах при лечении.

Таблица 2

Динамика клинических показателей

Критерий оценки/день лечения	Группа 1	Группа 2	Статистическая значимость
3-й	У всех животных отмечено уменьшение блефароспазма и отека конъюнктивы. Выделения остаются умеренными	У всех животных отмечено уменьшение блефароспазма и отека конъюнктивы. Выделения остаются умеренными	Различия между группами незначимы. Начальный ответ на терапию сопоставим
7-й	Значительное улучшение у 14 из 15 кошек. Выделения стали серозными, гиперемия значительно снижена	Значительное улучшение у 9 из 15 кошек. У остальных сохраняются умеренные слизисто-гнойные выделения	Группа 1 демонстрирует более быстрый регресс симптомов
Среднее время до значительного улучшения	7,2 +- 1,3 дня	9,5+- 2,1 дня	Эффект в группе 1 наступает в среднем на 2,3 дня быстрее
14-й (окончание курса)	Полное клиническое выздоровление у 100% животных. Отсутствуют все симптомы (выделения, гиперемия, отек, блефароспазм)	Полное клиническое выздоровление у 86,7% животных	Различия в пользу 1-ой группы. У 2 животных в группе 2 потребовалось продление местной терапии
Побочные эффекты (в течение курса)	У 2 кошек - однократная рвота в первую неделю. Эффект купирован дачей препарата с кормом	Побочных эффектов со стороны ЖКТ не зарегистрировано	Азитромицин показал лучшую переносимость в краткосрочной перспективе
Контроль через 30 дней (рецидив)	Рецидивов нет. Отрицательный результат контрольного ПЦР-анализа	Рецидив у 2 кошек. Возврат клинических симптомов (конъюнктивит), положительный результат ПЦР	Схема на основе Доксициклина обеспечила полную эрадикацию возбудителя

Комплексная схема с системным применением Доксициклина показала превосходство над схемой с Азитромицином по ключевым параметрам: скорости наступления клинического улучшения, проценту полного излечения к концу курса и отсутствию рецидивов. Несмотря на несколько лучшую переносимость Азитромицина, его эффективность в данной схеме оказалась ниже.

В табл. 3 представлены результаты исследования общего анализа крови при выписке.

Таблица 3

Результаты общего анализа крови при выписке

Показатель	Норма	Группа 1	Группа 2
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	5,5-19,5	8,9 $\pm$ 1,2	10,1 $\pm$ 1,5
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	5,5-18,0	5,8 $\pm$ 0,9	6,5 $\pm$ 1,0
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	1,5-7,0	2,1 $\pm$ 0,3	2,4 $\pm$ 0,4
Моноциты, $\times 10^9/\text{л}$	0-0,85	0,38 $\pm$ 0,05	0,45 $\pm$ 0,07
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0-4	0,25 $\pm$ 0,04	0,30 $\pm$ 0,10
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	5,2-10,8	8,4 $\pm$ 0,3	8,2 $\pm$ 0,5
Гемоглобин, г/л	90-170	115 $\pm$ 5	112 $\pm$ 7
Тромбоциты, $\times 10^9/\text{л}$	200-600	420 $\pm$ 25	405 $\pm$ 40
СОЭ, мм/ч	1-6	5,0 $\pm$ 1,4	8,5 $\pm$ 2,1

Гематологическая картина у всех животных свидетельствует о полной системной санации от инфекции. Показатели белой крови нормализовались, что является объективным подтверждением клинического выздоровления. В группе 1 наблюдается полная нормализация всех воспалительных маркеров, включая СОЭ. В группе 2 также отмечается значительное улучшение, однако неполная нормализация СОЭ у одного животного согласуется с клиническим фактом рецидива конъюнктивита в этой группе и указывает на возможную остаточную воспалительную активность.

Несмотря на высокую контагиозность и склонность к хронизации, современные подходы к диагностике и лечению хламидиозного конъюнктивита позволяет добиться полного клинического выздоровления и эрадикации возбудителя. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию терапевтических схем, изучение эффективности новых антибактериальных препаратов и повышение эффективности специфической профилактики для контроля распространения этой зооантропонозной инфекции.

Можно сделать вывод, что комплексная терапия оказала выраженное лечебное воздействие на течение инфекционного процесса, при этом схема лечения, использованная в 1-й группе, где применялся Доксициклин, продемонстрировала более высокую клиническую эффективность, чем во 2-й группе, где применялся Азитромицин.

Таким образом, применение Доксициклина в комплексной терапии хламидиозного конъюнктивита у кошек является патогенетически обоснованным, клинически эффективным и может быть рекомендовано в качестве препарата первого выбора.

Список литературы

1. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Нальчик, 22 марта 2024 г. - Нальчик, 2024. - С. 247-250.
2. Кормильцева Ю.А. Сравнительная оценка лечения плотоядных при цистоизоспорозе // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: развитие ветеринарной медицины и агрономии: материалы Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. - Челябинск, 2025. - С. 249-253.
3. Митин А.С., Степанова К.В. Антигерпесвирусная и симптоматическая терапия ринотрахеита кошек // Инновационные технологии и технические средства для АПК:

материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, Воронеж, 9–10 нояб. 2023 г. – Воронеж, 2023. - С. 233-237.

4. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 20 дек. 2024 г. – Новосибирск, 2024. - С. 1059-1062.

5. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. - Челябинск, 2024. - С. 148-152.

<https://doi.org/10.26898/2026-268>
УДК 619:615.3:612.01:636.5

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА «ФУГАВЕТ» НА ЖИЗНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КУР-НЕСУШЕК

**Петров Е.К., аспирант,
Абрамов А.А., канд. вет. наук,
Семененко М.П., д-р вет. наук, доцент,
Осепчук Д.В., д-р с.-х. наук**

Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия
e-mail: egor112@list.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследования биохимических и гематологических показателей крови клинически здоровых кур-несушек кросса Ломан Браун 12-месячного возраста при применении «Фугавет» – инновационного препарата с растительными компонентами фитогормонального действия. Эксперимент длился в течение 30 суток при одинаковом рационе. Определялись показатели гемограммы (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, лейкоформула) и основные биохимические константы сыворотки крови. Установлено, что применение «Фугавета» у здоровых несушек не вызывает отклонений клинических показателей от физиологической нормы, повышает содержание гемоглобина и общего белка в крови, способствует поддержанию высокого уровня кальция и продуктивности. Полученные результаты обсуждаются с учетом данных литературы об обмене минералов и роли фитогормональных добавок в профилактике остеопороза.

Ключевые слова: куры-несушки, Фугавет, гемограмма, остеопороз, фитоэстрогены, фитогормональная терапия, минеральный обмен

Введение. Интенсивная эксплуатация кур-несушек в промышленных условиях сопровождается выраженным напряжением обменных процессов, прежде всего минерального обмена. В период яйцекладки потребность организма птицы в кальции возрастает более чем на 30 %, что связано с формированием скорлупы и перераспределением кальция из костной ткани [1]. В связи с этим необходим постоянный контроль обеспеченности рационов кальцием и фосфором, поскольку нарушение их соотношения ухудшает усвоение минеральных элементов [1].

Даже у клинически здоровых высокопродуктивных кур-несушек нарушения минерального обмена могут развиваться латентно и выявляться преимущественно лабораторными методами. Отмечено, что «изменения кальций-фосфорного обмена у кур-несушек в период яйцекладки нередко выявляются преимущественно при лабораторном исследовании крови и костной ткани» [2].

По данным исследований, в условиях промышленного содержания возможно снижение концентрации кальция и магния в сыворотке крови и изменение соотношения Са:Р при сохранении клинического благополучия стада, что рассматривается как признак напряжения минерального обмена [3]. Коррекция минерального питания с применением специализированных кормовых и фармакологических добавок отражается в динамике гематологических и биохимических показателей крови. Установлено, что минеральные добавки природного происхождения способствуют повышению уровня гемоглобина, эритроцитов, общего белка и кальция в крови кур-несушек, а также снижению риска развития остеопороза [4]. Одновременно отмечается улучшение использования кальция и фосфора и повышение переваримости питательных веществ рациона [5]. В последние годы перспективным направлением является применение фитогормональных средств с эстрогеноподобным действием, оказывающих комплексное влияние на обмен веществ и состояние костной ткани у кур-несушек [6]. В то же время сведения о влиянии подобных препаратов на гематологические и биохимические показатели крови клинически здоровых кур-несушек остаются ограниченными, что определяет актуальность настоящего исследования.

Материалы и методы. Эксперимент был проведен весной 2025 года на базе хозяйственного двора ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии». Объект исследования – куры-несушки кросса Ломан Браун в возрасте 12 месяцев (группа А2). Птицу содержали в закрытом помещении с естественным освещением и вентиляцией; температура воздуха поддерживалась на уровне 18–20 °С, относительная влажность 60–70 %. Кормление осуществляли полнорационным комбикормом (кукуруза, пшеница, подсолнечный жмых, белково-витаминно-минеральный концентрат, мясокостная мука, соль, мел, ракушка). Подстилка – солома с древесной стружкой; кормушки и ниппельные поилки располагались на уровне груди птицы.



Рис. 1. Условия содержания кур-несушек

Препарат «Фугавет» вводили перорально в составе корма, в сухом виде, в дозе 2% от суточной нормы комбикорма ($\approx 2,44$ г на голову в день). Курс применения составлял 30 суток; препарат скармливали два раза в день, деля суточную дозу поровну между утренним и вечерним кормлением.

Через 30 суток от начала введения препарата у птиц выборочно брали кровь из подкрыльевой вены. Были проведены общий анализ крови и биохимические исследования сыворотки крови с использованием стандартных ветеринарных тест-систем. Полученные результаты обработаны методами описательной и сравнительной статистики.

Результаты и обсуждение. Гематологические показатели клинически здоровых кур-несушек после 30-дневного курса «Фугавета» сохранялись без признаков патологических изменений. Концентрация гемоглобина составила 120 г/л и соответствовала верхнему пределу референтных значений для взрослой птицы. Число эритроцитов достигало $2,0 \cdot 10^6$ /мкл; при том что в ряде источников для кур приводят ориентиры $3\text{--}4 \cdot 10^6$ /мкл, клинических признаков анемии не наблюдали, а нормальный уровень гемоглобина указывает на сохранённую кислородотранспортную функцию крови. Общее число лейкоцитов составило $38,0 \cdot 10^3$ /мкл, что близко к верхнему пределу референтных значений (до $\sim 40 \cdot 10^3$ /мкл) и не свидетельствует о лейкоцитозе или иммуносупрессии. Тромбоциты оставались на уровне $\sim 99 \cdot 10^3$ /мкл. В лейкоцитарной формуле преобладали лимфоциты при умеренной доле гетерофилов; доля моноцитов, эозинофилов и базофилов была низкой. Совокупность этих данных свидетельствует об отсутствии лабораторных признаков выраженной воспалительной реакции и сохранении иммунологической реактивности.

Биохимические показатели крови группы А2 также характеризовались отсутствием признаков неблагоприятного влияния препарата (рис. 2). Концентрация общего белка составила около 66 г/л, превышая верхнюю границу референтного интервала (35–59 г/л), что может отражать усиление белкового обмена и удовлетворительное функциональное состояние печени. Концентрация глюкозы ($\approx 15,5$ ммоль/л) соответствовала допустимым физиологическим значениям (до ~ 23 ммоль/л), что не указывает на развитие стресс-индуцированной гипергликемии. Мочевина была снижена относительно приводимых референсов ($\approx 0,4$ ммоль/л при 1,3–6,0 ммоль/л); для птиц данный показатель имеет ограниченную диагностическую значимость ввиду преобладания мочевой кислоты как основного конечного продукта азотистого обмена. Общий холестерин ($\approx 3,3$ ммоль/л) находился в нижней части физиологического диапазона (2,9–6,6 ммоль/л). Активность трансаминаз оставалась в пределах референтных значений (AST ≈ 265 ЕД/л при верхнем пределе ~ 330 ЕД/л; ALT ≈ 7 ЕД/л при 2,7–20,5 ЕД/л), что не свидетельствует о повреждении гепатоцитов.

Показатели минерального обмена отражали физиологические особенности продуктивных несушек. Концентрация кальция достигала $\approx 9,1$ ммоль/л и превышала ориентиры, приводимые для птицы (2,5–5,5 ммоль/л), что может соответствовать состоянию высокой потребности/мобилизации кальция в период интенсивной яйцекладки. Уровень неорганического фосфора ($\approx 1,74$ ммоль/л) соответствовал верхней границе референтного интервала (1,23–1,81 ммоль/л). Активность щелочной фосфатазы имела тенденцию к повышению (до 2,0–2,5 тыс. ЕД/л), что согласуется с высокой интенсивностью костного метаболизма у несущейся птицы. Концентрация креатинина незначительно превышала верхнюю границу референтных значений (≈ 26 мкмоль/л при 12,5–21,6 мкмоль/л), что может быть связано с изменениями массы тела/мышечной компоненты.

В группе А2 отмечены также улучшенные продуктивные показатели по сравнению с дефицитной птицей. Живая масса здоровых несушек с «Фугаветом» увеличилась с 1,79 кг до 1,96 кг за 30 дней, что соответствует приросту +9,17 % от исходной массы. Этот прирост несколько выше, чем у контрольных несушек с дефицитом кальция без препарата (≈ 8 % за аналогичный период). Полученные различия свидетельствуют о мягком ростостимулирующем влиянии фитопрепарата на организм птицы. Вероятно, дополнительное поступление биологически активных веществ (фитоэстрогенов, витаминов) способствовало лучшей реализации генетического потенциала роста даже при отсутствии дефицитных состояний. Суточная яйценоскость несушек группы А2 на протяжении опыта сохранялась на высоком уровне (в среднем ~ 93 % от возможного, как отмечено выше). Это

значит, что введение «Фугавета» не оказало негативного влияния на инкубационное развитие фолликулов и функцию яйцевода, напротив, все яйца имели плотную кальцинированную скорлупу нормальной формы. Можно предположить, что фитогормональные компоненты препарата, нормализуя минеральный обмен, опосредованно улучшили и репродуктивную функцию кур.

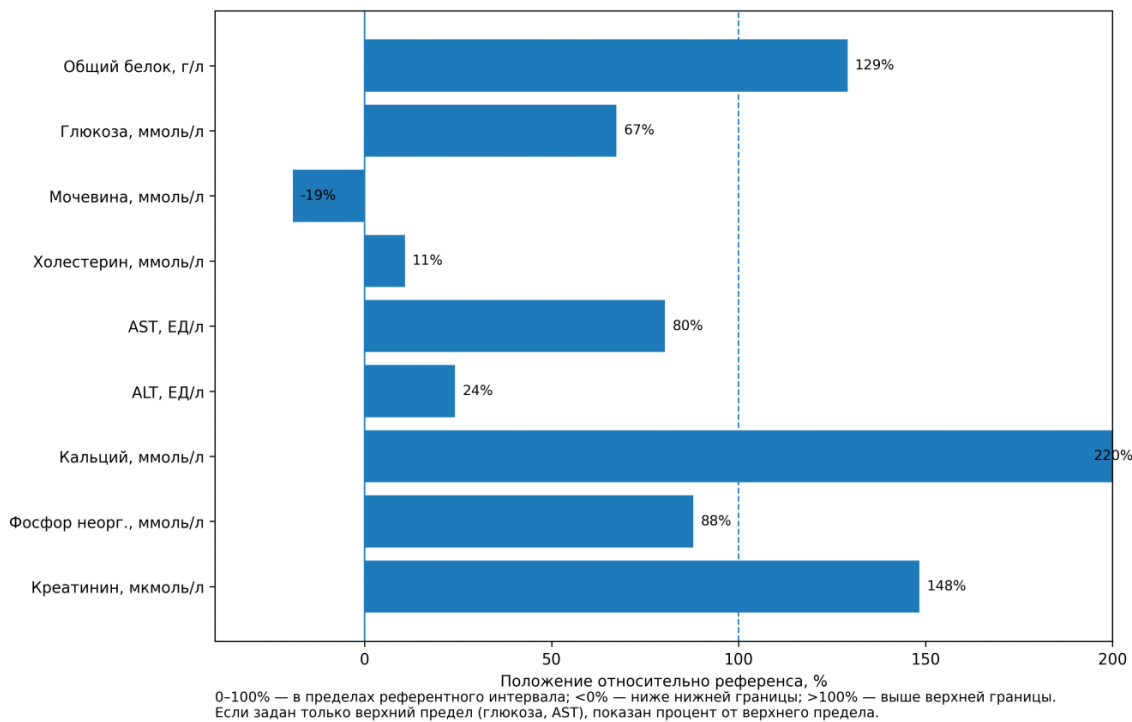


Рис. 2. Биохимические показатели крови кур-несушек

В целом результаты исследования показывают, что у клинически здоровых несушек фитопрепарат «Фугавет» поддерживает физиологическое состояние крови и обмена веществ, одновременно способствуя росту и сохранению высокой продуктивности. Это согласуется с концепцией профилактической фитогормональной терапии остеопороза. Ранее проведенные опыты указывают, что применение растительных экстрактов может служить эффективным методом профилактики нарушений обмена веществ у сельскохозяйственной птицы. Наши данные дополняют этот вывод, демонстрируя отсутствие вредного воздействия и потенциальную пользу «Фугавета» для здоровых несушек. В дальнейших исследованиях планируется изучить влияние препарата на качество яиц и состояние костной системы птицы более детально, а также провести мониторинг гормональных показателей для выяснения механизмов действия фитогормональных добавок.

Закключение. Введение фитопрепарата «Фугавет» в дозе 2% от рациона на протяжении 30 суток клинически здоровым курам-несушкам не вызывает отклонений гематологических и биохимических показателей от физиологической нормы. Основные константы периферической крови (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты) у птицы с препаратом сохраняются на нормальном уровне; лейкоцитарная формула стабильна, без признаков воспаления или иммунодепрессии. Отмечена тенденция к повышению общего белка и кальция в сыворотке крови, что свидетельствует об активизации белкового и минерального обмена. Фитопрепарат не оказывает отрицательного влияния на печёночные показатели (AST, ALT) и липидный профиль крови, поддерживая концентрацию глюкозы и холестерина в пределах физиологического оптимума. Применение «Фугавета» способствует увеличению живой массы и сохранению высокой продуктивности несушек. Таким образом, фитогормональная терапия на основе растительных экстрактов и витаминов может

рассматриваться как перспективный инструмент повышения резистентности и продуктивности сельскохозяйственной птицы, а также профилактики остеопороза и других метаболических нарушений у кур-несушек.

Список литературы

1. Петруша Ю.К., Силин Д.А., Лебедев С.В., Гречкина В.В. Применение пробиотических препаратов в кормлении кур-несушек и цыплят-бройлеров (обзор) // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 12. – С. 116–121.
2. Алексеева И.М. Минеральный обмен и состояние костной ткани у кур-несушек в период яйцекладки // Ветеринария. – 2020. – № 7. – С. 69–73.
3. Скворцова Е.Г., Постраш И.Ю., Еремеева М.А., Соколова О.Н. Нормализация физиологического состояния птицы на фоне применения кормовых добавок // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 2 (58). – С. 70–76.
4. Горлов И.Ф., Калинина Н.В., Абрамов С.В., Балышев А.В., Струк Е.А., Сложенкина М.И. Эффективность применения минеральной кормовой добавки природного происхождения в кормлении кур-несушек // Птицеводство. – 2024. – № 10. – С. 13–19.
5. Терещенко В.А. Использование минеральной кормовой добавки для повышения переваримости и усвоения питательных веществ рациона у кур-несушек // Птицеводство. – 2021. – № 10. – С. 20–24.
6. Зайцев Р.М. Фитогормональные препараты в системе профилактики метаболических нарушений у сельскохозяйственной птицы // Птицеводство. – 2023. – № 6. – С. 18–21.

<https://doi.org/10.26898/2026-269>
УДК 579.84:637.5

ИЗУЧЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Расулов С.А., канд. вет. наук, зав. лабораторией,

Мирзозода Б.Н., магистр,

Манижа А., с.н.с.,

Косимов С.М., с.н.с.,

Мукимзода Х.Г., канд. вет. наук, с.н.с.

Институт ветеринарной медицины ТАСХН, Душанбе, Республика Таджикистан

e-mail: isojonmusojon@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты бактериологического анализа мяса, мясных продуктов и смывов с поверхностей технологического оборудования в девяти городах и районах Республики Таджикистан. Было обследовано 392 образца, из которых положительные результаты получены у 59, что составляет 15,05 %. Наибольший уровень микробной контаминации выявлен в говядине и говяжьем фарше, где одновременно обнаруживались стафилококки и смешанная микрофлора. Продукция из мяса птицы характеризовалась меньшей степенью загрязнения, однако отдельные образцы также содержали патогенные микроорганизмы. Смывы с поверхностей оборудования, внутренние органы и мясные субпродукты демонстрировали наличие микробной флоры, указывая на возможность перекрестного загрязнения на всех этапах переработки и реализации продукции, особенно на рынках и в торговых точках. Полученные данные подчеркивают необходимость усиления ветеринарно-санитарного контроля и регулярного

микробиологического мониторинга для обеспечения безопасности мясной продукции и снижения риска пищевых токсикоинфекций среди населения.

Ключевые слова: мясо, мясные продукты, стафилококки, смешанная микрофлора, микробная контаминация, санитарный контроль, микробиологический мониторинг

Введение. Микробиологическая безопасность мяса и мясных продуктов является одной из ключевых проблем общественного здравоохранения и ветеринарно-санитарного контроля. В условиях интенсификации животноводства, роста объемов переработки и расширения торговых сетей риск микробной контаминации пищевой продукции значительно возрастает, что повышает вероятность возникновения пищевых токсикоинфекций и токсикозов [1, 2].

Среди микроорганизмов, вызывающих пищевые отравления, особое значение имеют токсигенные стафилококки, прежде всего *Staphylococcus aureus* [3, 4]. Данный возбудитель широко распространён в окружающей среде, на коже и слизистых оболочках человека и животных, а также на поверхностях технологического оборудования. Основную эпидемиологическую опасность представляет способность *S. aureus* продуцировать термостабильные энтеротоксины, которые сохраняют биологическую активность даже после термической обработки пищевых продуктов [5].

По данным Всемирной организации здравоохранения (WHO), стафилококковая интоксикация входит в число ведущих причин пищевых отравлений во всем мире, а мясо и мясные продукты относятся к основным факторам передачи возбудителя [1, 6]. Наиболее высокий риск контаминации отмечается в мясном фарше, полуфабрикатах и готовых мясных изделиях, что связано с увеличенной площадью контакта продукта с окружающей средой и персоналом [4, 7].

Наиболее частыми источниками контаминации являются носители *S. aureus* среди работников пищевой промышленности, инфицированные животные (особенно при маститах), а также загрязнённое оборудование и инвентарь при нарушении санитарно-гигиенических требований [8, 9]. Согласно данным Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA), несоблюдение санитарных норм на этапах переработки и реализации продукции является ключевым фактором распространения стафилококковой инфекции в пищевой цепи [9].

Особую тревогу вызывает быстрое формирование антибиотикорезистентных штаммов *S. aureus*, включая MRSA, что осложняет лечение инфекций и повышает риск циркуляции устойчивых штаммов через продукты животного происхождения [10]. В связи с этим регулярный мониторинг контаминации мяса и мясных продуктов стафилококками приобретает особое значение для профилактики пищевых токсикоинфекций и оценки эпидемиологической ситуации.

В Республике Таджикистан систематические исследования по микробиологической безопасности мясной продукции остаются ограниченными, что определяет необходимость проведения комплексных мониторинговых исследований с применением современных бактериологических методов.

Целью настоящей работы явилось изучение уровня контаминации мяса и мясных продуктов стафилококками в различных регионах Республики Таджикистан, а также определение биологических и патогенных свойств, выделенных изолятов.

Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе Института ветеринарной медицины ТАСХН и Национальный центр диагностики продовольственной безопасности Комитета продовольственной безопасности при Правительстве Республики Таджикистан. Объектами исследования являлись образцы мяса (говядина, мясо птицы), мясных продуктов и смывов с поверхностей технологического оборудования, отобранные в торговых точках и на рынках городов и районов республиканского подчинения и г. Душанбе. В рамках мониторинга проанализировано 392 проб. Отбор, транспортировку и хранение

образцов осуществляли с соблюдением требований асептики при температуре 4 ± 2 °C не более 24 ч.

Бактериологические исследования выполняли стандартными методами с использованием селективных и дифференциально-диагностических питательных сред. Для выделения стафилококков применяли МПБ, МПА и солевой агар, инкубацию проводили при 37 °C в течение 24–48 ч. Идентификацию изолятов осуществляли на основании морфологических, культуральных и биохимических признаков, включая окраску по Граму, каталазную, коагулазную пробы и латекс агглютинация.

Результаты исследования. В ходе проведённого бактериологического мониторинга, в 9 городах и районах Республики Таджикистан, было исследовано 392 образца мяса, мясной продукции и смывов с поверхностей оборудования. Положительные результаты бактериологического анализа были зарегистрированы в 59 образцах, что составляет 15,05 % от общего числа исследованных проб. Среди положительных образцов в 40 случаях (10,20 %) была выявлена смешанная микрофлора, тогда как в 19 образцах (4,84 %) были обнаружены стафилококки.

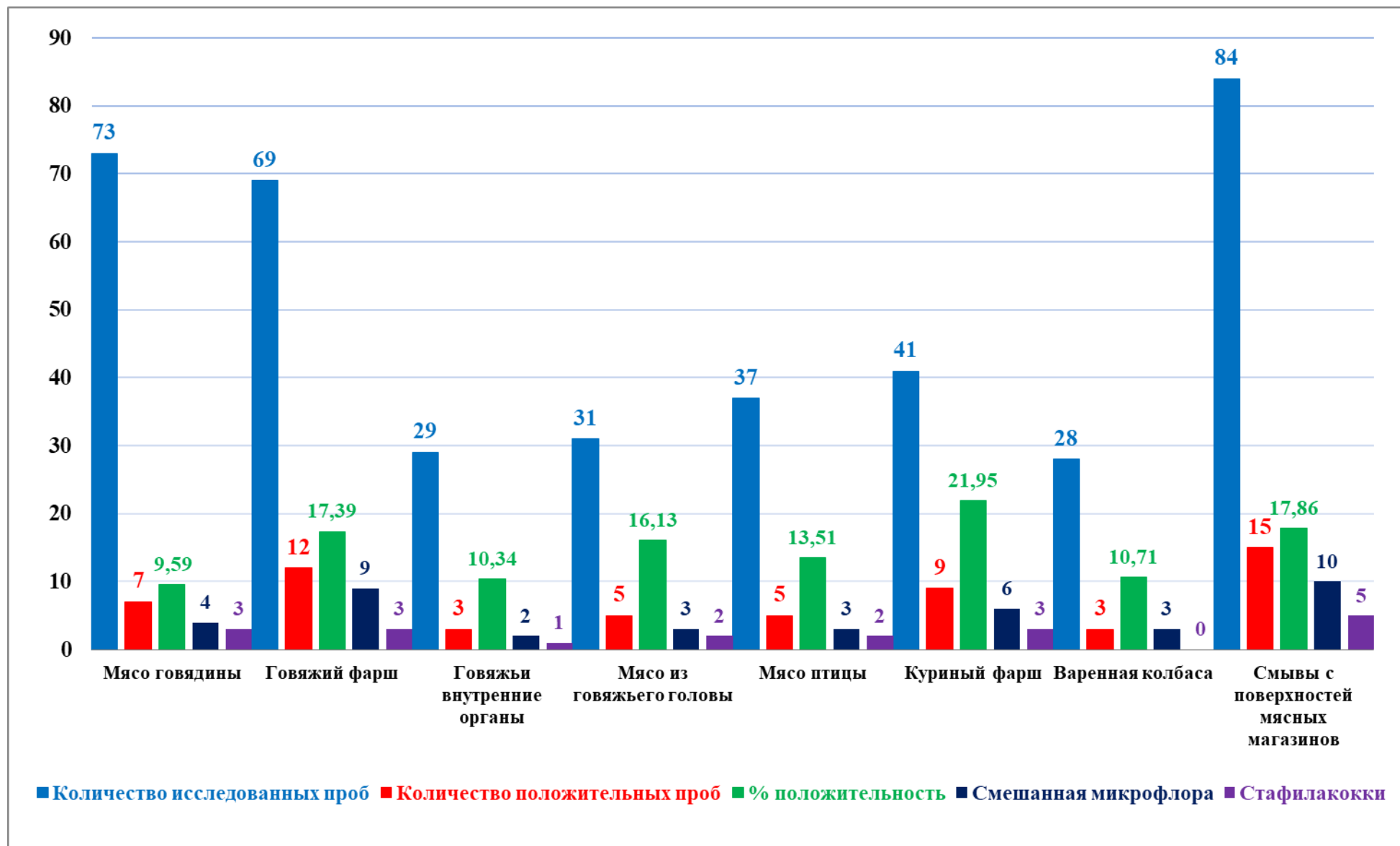
Наибольшая микробная контаминация была выявлена в курином фарше, где из 41 образца положительные результаты получены у 9 образцов, что составляет 21,95 %. Высокий уровень контаминации также отмечен в говяжьем фарше: из 69 образцов положительные результаты зарегистрированы у 12 образцов, что соответствует 17,39 %. В смывах с поверхностей мясных магазинов из 84 образцов положительные результаты выявлены у 15 образцов, или 17,86 %.

Контаминация говядины, включавшей 73 исследованных образца, составила 9,59 %, при этом положительные результаты получены у 7 образцов. В образцах мяса из говяжьей головы из 31 исследованного образца положительные результаты выявлены у 5 образцов, что составляет 16,13 %. Говяжьи внутренние органы показали контаминацию на уровне 10,34 %, с положительными результатами в 3 из 29 образцов. Мясо птицы, исследованное в количестве 37 образцов, имело положительные результаты в 5 случаях, что соответствует 13,51 %. В варёной колбасе из 28 образцов положительные результаты зарегистрированы у 3 образцов, или 10,71 %.

Подробные данные представлены на диаграммах, что позволяет наглядно оценить распределение микробной контаминации по видам продукции и объектам контроля.

Согласно результатам диаграммы, ведущую роль в микробной контаминации исследуемой продукции играют смешанная микрофлора и стафилококки. Наибольшее количество изолятов получено из продукции говядины и говяжьего фарша – 19 изолятов (13 – смешанная микрофлора, 6 – стафилококки). В продукции из мяса птицы и куриного фарша выявлено 14 изолятов (9 – смешанная микрофлора, 5 – стафилококки). Среди смывов с поверхностей оборудования обнаружено 15 изолятов (10 – смешанная микрофлора, 5 – стафилококки). В образцах говяжьих голов, внутренних органов и субпродуктов получено 8 изолятов (5 – смешанная микрофлора, 3 – стафилококки). В варёной колбасе выявлено 3 изолята, все из которых относятся к смешанной микрофлоре.

Вывод. Проведённые исследования показали, что мясо и мясные продукты подвержены микробной контаминации, причём наибольший уровень загрязнения был выявлен в говядине и говяжьем фарше. Основными обнаруженными микроорганизмами выступали стафилококки и смешанная микрофлора. Полученные данные подчёркивают необходимость усиления ветеринарно-санитарного контроля и регулярного микробиологического мониторинга на всех этапах переработки и реализации мясной продукции, особенно на рынках и в точках торговли, с целью снижения риска заражения потенциальной инфекцией.



Микробная контаминация мяса, мясных продуктов и смывов с поверхностей торговых объектов

Список литературы

1. WHO. Estimates of the global burden of foodborne diseases. Geneva, 2015.
2. FAO/WHO. Microbiological hazards in foods. Rome, 2011.
3. Le Loir Y., Baron F., Gautier M. Staphylococcus aureus and food poisoning. Genet Mol Res, 2003; 2(1): 63–76.
4. Kadariya J., Smith T.C., Thapaliya D. Staphylococcus aureus and staphylococcal food-borne disease. Microbiol Spectr, 2014; 2(5): 1–28.
5. Hennekinne J.A., De Buyser M.L., Dragacci S. Staphylococcal enterotoxins. Microbiol Mol Biol Rev, 2012; 76(1): 1–37.
6. WHO. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. Geneva, 2014.
7. Normanno G., Corrente M., La Salandra G. et al. Occurrence and antimicrobial resistance of enterotoxigenic Staphylococcus aureus in meat. Int J Food Microbiol, 2007; 115(2): 290–296.
8. Quinn P.J., Markey B.K., Carter M.E., Donnelly W.J., Leonard F.C. Veterinary Microbiology and Microbial Disease. 2nd edition. Wiley-Blackwell, 2011.
9. EFSA. Scientific Opinion on Staphylococcus aureus in food. EFSA Journal, 2014; 12(10): 1–84.
10. Davies J., Davies D. Origins and evolution of antibiotic resistance. Microbiol Mol Biol Rev, 2010; 74(3): 417–433.

<https://doi.org/10.26898/2026-270>
УДК 578.832.1:578.831.11:578.834.11

ВИРУСНЫЕ РЕСПИРАТОРНЫЕ БОЛЕЗНИ ПТИЦ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ДИАГНОСТИКИ

Семина А.Н., канд. вет. наук, в.н.с.

Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства – филиал
Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства,
Санкт-Петербург, Россия
e-mail: anna14.05@mail.ru

Аннотация. Респираторные вирусные заболевания птиц, вызываемые различными патогенами, наносят серьёзный экономический ущерб птицеводству. Эти патогены часто проникают в организм птиц через дыхательные пути, что делает респираторные инфекции основной причиной финансовых потерь в отрасли. Особую опасность представляют такие вирусы, как грипп птиц, болезнь Ньюкасла, инфекционный бронхит. Данный обзор посвящён актуальной информации о циркуляции этих распространённых и экономически значимых респираторных патогенов у домашней птицы, а также предлагает современные подходы к их диагностике и профилактики.

Ключевые слова: вирус, птица, респираторные инфекции, грипп птиц, болезнь Ньюкасла

Птицеводческая отрасль является ключевым фактором в решении проблемы дефицита питательных веществ и обеспечении населения экономически выгодным источником животного белка. Тем не менее респираторные патологии птиц представляют собой значительную угрозу для общественного здравоохранения, характеризуюсь высокой распространённостью, широким спектром летальности и заболеваемости, потребностью в дорогостоящем терапевтическом вмешательстве и негативным воздействием на продуктивность птицепоголовья. Кроме того, ряд данных инфекций обладает зоонозным

потенциалом, создавая риски для здоровья населения и приводя к существенным экономическим потерям. Эти респираторные заболевания могут инициировать каскад инфекционных и управленческих осложнений, включая вирусные, бактериальные, грибковые и паразитарные этиологии. Настоящий обзор фокусируется на наиболее распространённых и патогенных вирусных инфекциях дыхательных путей птиц.

Наиболее распространённые респираторные инфекции у птиц, вызванные вирусами

Птичий грипп (ПГ)

Вирусы гриппа птиц (AIV) относятся к семейству ортомиксовирусов (Orthomyxoviridae), представляющему собой одноцепочечные вирусы с восьмисегментной отрицательной РНК (–ssRNA), кодирующие не менее 10 вирусных белков. Семейство подразделяется на 3 основных рода гриппа (типы А, В и С) и 2 неизвестных рода: изавирусы и тоготовирусы.

Вирусы гриппа А подразделяются на подтипы на основе оболочечных белков нейраминидазы (NA) и гемагглютинина (HA). Существует 11 подтипов (N1–N11) NA и 18 подтипов (H1–H18) HA. Вирусы гриппа А, как правило, демонстрируют антигенные изменения в своих поверхностных гликопротеинах (HA и NA) из-за антигенных сдвигов и антигенных дрейфов. По патогенности инфекция может быть высоколетальной «высокопатогенной AI» (HPAIV) и, таким образом, представляет опасность для общественного здравоохранения с зоонозным значением. В то же время менее тяжёлые формы AIV имеют более низкую патогенность AIV и не являются высокопатогенными с меньшим воздействием на птицеводство, и их называют низкопатогенной AIV (LPAIV) [1].

Вирусы HPAIV

AIV H5N1 (чума птиц) – высокопатогенный вирус, вызывающий серьёзные экономические потери и связанный со смертностью до 100%. AIV H5N1 обычно вызывает некроз поджелудочной железы, селезёнки, сердца, печени и почек, при этом в лёгких обычно наблюдаются пневмония и отёк, а в некоторых случаях наблюдается застой крови в лёгких с геморрагическими пятнами. Кроме того, может наблюдаться атрофия тимуса и фабрициевой сумки, а также увеличение селезёнки [2].

Вирусы LPAIV

LPAIV H9N2 – это распространённая инфекция птиц, циркулирующая в полевых условиях. Несмотря на то, что H9N2 не столь опустошителен, как HPAIV H5, он вносит значительный вклад в денежные потери, которые несёт птицеводческая промышленность. H9N2 относится к вирусам гриппа А и содержит 8 сегментов отрицательно-полярной РНК. H9N2 кодирует 10 основных вирусных белков, причём HA и NA играют главную роль в иммуногенности.

Варианты в каждой линии разнообразны и не обладают высокой перекрёстной защитой. Респираторные заболевания и снижение яйценоскости являются наиболее наблюдаемыми симптомами, сопровождающими инфекцию H9N2. Также инфекция может протекать бессимптомно, без явных клинических признаков, особенно в стадах перепелов и бройлеров [3]. Некоторые штаммы H9N2 LPAIV могут вызывать высокую смертность. Это может быть связано с влиянием вторичных патогенных инфекций. Было обнаружено, что некоторые патогены усиливают репликацию и патогенность H9N2, такие как вирус инфекционного бронхита (ИБВ), вирус инфекционного ларинготрахеита (ИЛТ).

Не существует единой эффективной меры профилактики и контроля ПГ, и для достижения этих двух целей часто объединяют множество стратегий. Многие вакцины против ПГ обладают защитной ценностью, согласно следующим категориям: инаktivированные цельные вакцины против AIV, вакцины против ГА, экспрессированные *in vitro*, и вакцины против ГА, экспрессированные *in vivo*. Неоптимальное использование вакцин может привести к антигенному дрейфу и замене кладов. Это в конечном итоге

приведёт к непрерывной циркуляции AIV в полевых условиях и дополнительным возможностям для эволюции вирусов и создания новых реассортаций.

Следовательно, патогенность вируса может быть усилена или его зоонозный потенциал может быть увеличен. Нанотехнологии недавно начали создавать новые инструменты для диагностики заболеваний домашней птицы и создания вакцин, с многообещающими результатами [4].

Болезнь Ньюкасла

Вирус болезни Ньюкасла (NDV), отдельно или в сочетании с другими вирусами или бактериями, является основной этиологией респираторных заболеваний на птицеводческих фермах, что приводит к высоким показателям смертности. Болезнь Ньюкасла вызывается птичьим авулавирусом типа 1, который относится к роду птичьих парамиксовирусов-1 (APMV-1), одноцепочечный РНК-геном отрицательной полярности, кодирующий 6 структурных белков [5].

От 5' до 3' конца они включают гены нуклеокапсидного белка (NP), фосфопротеина (P), матричного белка (M), белка слияния (F), гемагглютинин-нейраминидазы (HN) и большой РНК-зависимой полимеразы (L). F-белок является общим определяющим фактором вирулентности авулавirusа, поскольку он является надёжным индикатором вариаций в тканевом тропизме в каждом штамме. Паттерн распознавания клеточных протеаз и последующее расщепление на 2 биологически активных фрагмента F-белка определяется вариациями в участке аминокислот на С-конце белка F2 и первом аминокислотном мотиве на N-конце белка F1 (а.к. 112–117). Низковирулентные штаммы NDV содержат только две основные аминокислоты в мотиве распознавания и лейцин на N-конце белка F1 (112 G-R/KQGRL 117). Трипсиноподобные протеазы, обнаруженные только в дыхательных путях и кишечнике, расщепляют этот мотив внутри F0 NDV внеклеточно [6].

Диагностику болезни Ньюкасла (ND) проводят преимущественно на основании клинических признаков и данных вскрытия. С другой стороны, выявление вируса ограничивается общим выявлением NDV без дифференциации патотипа. В результате клинические проявления вспышек болезни Ньюкасла (ND) на вакцинированных птицефабриках могут быть замаскированы или вызваны другими инфекциями, при этом NDV идентифицируется как вирус вакцинного типа.

Вспышки болезни Ньюкасла регистрируются регулярно и приводят к значительным потерям птиц, особенно бройлеров. Присутствие NDV в этих стадах рассматривается как признак того, что усилия по вакцинации и гигиене не увенчались успехом. Это вызывает новые вопросы, связанные с диагностикой и профилактикой данного заболевания.

Инфекционный бронхит кур (ИБК)

Вирус инфекционного бронхита кур (IBV) относится к Coronaviridae, роду gamma coronavirus. IBV представляет собой положительно полярный, одноцепочечный несегментированный РНК-геном длиной около 27,6 кб. Этот геном кодирует 4 структурных белка: нуклеокапсидный (N), мембранный (M), оболочечный (E) и шиповидный (S). Белок S является основным структурным белком, разделенным на 2 небольшие белковые субъединицы (S1 и S2), и является наиболее варибельным геном. Последовательность гена S1 может быть использована для различения IBV на 6 генотипов IBV (GI–GVI) и 32 линии (1–32), которые были обнаружены во всем мире [7, 8].

В целом, различные серотипы не имеют перекрёстной защиты друг против друга, поэтому была предложена классификация штаммов IBV по их «протектотипу». Различные серотипы, подтипы и вариации IBV, скорее всего, являются следствием нуклеотидных точечных мутаций, вставок, делеций и рекомбинаций и вызывают вспышки в вакцинированных стадах кур или ответ в виде массовых вакцинаций, которые могут способствовать иммунологическому стрессу и образованию новых вариаций. Образование новых штаммов IBV происходит в результате одновременного заражения многими типами

вируса, а использование живых вакцин делает вакцинацию лишь частично эффективной из-за антигенных вариаций [9].

Выводы. Респираторные инфекции представляют серьезную угрозу для продуктивности птицеводства. В этом обзоре мы анализируем разрушительное воздействие вирусных инфекций на дыхательную систему птицы и синергию между различными возбудителями. При диагностике инфицированной птицы крайне важно учитывать наличие других патогенов, поскольку коинфекции или предшествующие инфекции могут усложнить процесс и повлиять на эффективность вакцинации. Неправильная вакцинация, включая ошибки во введении, распределении или использовании некачественных вакцин, увеличивает риск последующих вспышек. Для успешного контроля респираторных инфекций на птицеводческих фермах необходим комплексный подход, включающий периодический молекулярный мониторинг циркулирующих патогенов, строгие санитарные нормы, сбалансированное питание, усиленные меры биобезопасности и эффективные программы вакцинации.

Список литературы

1. Yehia N. et al. Common viral and bacterial avian respiratory infections: an updated review // Poultry science. – 2023. – Vol. 102. – No. 5. – P. 102553.
2. Лапкина Е.Д., Панкратов С.В. Эпидемиологические аспекты гриппа птиц // Мечниковские чтения-2024: материалы 97-й Всерос. науч.-практ. конф. студ. науч. о-ва с междунар. участием. – СПб., 2024. – С. 309-311.
3. Zhou Y. et al. Effect of the interaction between viral PB2 and host SphK1 on H9N2 AIV replication in mammals // Viruses. – 2022. – Vol. 14. – No. 7. – P. 1585.
4. Джавадов Э.Д., Тарлавин Н.В., Веретенников В.В. Опыт Китая в борьбе с высокопатогенным гриппом птиц и в его профилактике // Птица и птицепродукты. – 2025. – № 1. – С. 50-53.
5. Панкратов С.В. Сравнительное испытание инактивированной вакцины против ньюкаслской болезни в моновалентном и ассоциированном варианте // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и лабораторной диагностики: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. В.В. Рудакова. – 2023. – С. 231-233.
6. Zhang D., Ding Z., Xu X. Pathologic mechanisms of the Newcastle disease virus // Viruses. – 2023. – Vol. 15. – No. 4. – P. 864.
7. Абгарян С.Р. Диагностика инфекционного бронхита кур и метапневмовирусной инфекции птиц методом ПЦР // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Х.Х. Абдуллина. – 2024. – С. 3-6.
8. Абгарян С.Р., Никитина Н.В., Семина А.Н. Молекулярно-биологическая диагностика респираторных болезней птиц // Международный вестник ветеринарии. – 2019. – № 3. – С. 11-15.
9. Абгарян С.Р. Молекулярно-биологические методы диагностики болезней птиц // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и лабораторной диагностики: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. В.В. Рудакова. – 2023. – С. 3-5.

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ МАССЫ ЯЙЦА И ЖИВОЙ МАССЫ ПТЕНЦА ПЕРЕПЕЛА ЯПОНСКОЙ ПОРОДЫ

Скобельская Т.П., канд. вет. наук, доцент,
Кетрарь М.С., аспирант

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия
e-mail: www.15071986@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния исходной массы яиц на эффективность инкубации и качество суточного молодняка перепелов японской породы. Исследование проводилось в условиях экспериментального инкубатория с контролем режима температуры и влажности. По полученным данным выводимость при экспериментальной инкубации перепелов выводимость составила 65% от общего количества заложенных яиц. Для каждого образца определялась масса яйца при закладке, масса вылупившегося птенца и масса остаточной скорлупы, рассчитывался индекс использования содержимого яйца. Статистический анализ не выявил значимой линейной зависимости между исходной массой яйца и массой птенца (коэффициент корреляции $r = -0,17$). Наиболее высокий индекс использования содержимого ($> 90\%$) наблюдался у яиц средней массы (12,70–13,20 г), тогда как у крупных яиц (свыше 14,00 г) этот показатель снижался до 69,00–71,00%, что указывает на менее эффективное использование питательных веществ эмбрионом. Установлено, что абсолютная масса яйца не является гарантией получения более тяжелого молодняка. Ключевым фактором выступает эффективность преобразования содержимого яйца, которая максимальна в оптимальном весовом диапазоне. Полученные данные имеют практическую ценность для формирования партий инкубационных яиц с целью повышения выводимости и жизнеспособности суточных перепелят.

Ключевые слова: инкубация, перепела, яйца, масса яйца, температура, влажность, выводимость

Актуальность. Перепеловодство как динамично развивающаяся отрасль птицеводства приобретает все большую популярность благодаря высокой рентабельности, компактности производства и диетическим свойствам продукции. Ключевым технологическим звеном, определяющим экономическую эффективность отрасли, является искусственная инкубация перепелиных яиц. Успех инкубации, в свою очередь, напрямую зависит от двух взаимосвязанных и критически важных показателей: массы инкубационного яйца и выживаемости эмбрионов, в итоге выражающейся в проценте вывода здорового молодняка. Масса яйца служит не только товарным показателем, но и фундаментальным фактором, влияющим на весь процесс эмбриогенеза. От нее зависит запас питательных веществ для развивающегося зародыша, что сказывается на массе новорожденного перепеленка, его жизнеспособности и дальнейших темпах роста. Установлено, что как недостаточная, так и чрезмерная масса яиц, выходящая за оптимальные для породы границы, может негативно отразиться на развитии эмбриона [1, 2].

Выживаемость эмбрионов – интегральный показатель, синтезирующий в себе влияние целого комплекса факторов: генетического потенциала родительского стада, условий кормления несушек, режимов сбора, хранения и дезинфекции яиц и, что особенно важно, строгого соблюдения параметров инкубационного микроклимата (температуры, влажности, воздухообмена и поворотов). Нарушение на любом из этих этапов приводит к повышенной эмбриональной смертности, которая наиболее часто проявляется на критических стадиях развития [3]. Поиск оптимального соотношения между массой инкубационного яйца и

управляемыми параметрами инкубации для максимизации вывода и жизнеспособности молодняка представляет собой актуальную научно-практическую задачу.

Цель исследования – выявить влияния массы яиц на показатели инкубации и выживаемость эмбрионов, а также обобщение ключевых технологических приемов, направленных на повышение эффективности этого процесса.

Материал и методы исследований. Исследование проводили в условиях экспериментального инкубатора. Объектом исследования послужили инкубационные яйца перепелов японской породы ($n = 20$). Инкубация проводилась в автоматическом инкубаторе «Classmark» × 241130, вместимость 36 шт., мощность 35 Вт оснащенном терморегулятором, регулятором влажности, автоповтором яиц. Был установлен следующий температурный режим: период инкубации (1-15-е сутки): температура – $37,9 \pm 0,2$ °C, относительная влажность воздуха 55 ± 5 %. Поворот лотков осуществлялся каждые 90 минут. Период вывода (16-18-е сутки): температура – $37,5 \pm 0,5$ °C, относительная влажность воздуха 62 ± 10 %. Поворот лотков отключен. Определяли массу каждого яйца перед размещением в инкубатор, а также индивидуальную массу птенца и массу остаточной скорлупы после вылупления на электронных весах «Сарацин: 200 g», с точностью 0,01 г. Полученные цифровые данные были обработаны методами вариационной статистики программного обеспечения Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований при инкубации яиц перепелов тexasской породы выводимость составила 65,00% от общего количества заложенных яиц. Масса перепелиных яиц в выборке варьировала в диапазоне от 12,65 до 16,62 г при среднем значении $13,83 \pm 1,10$ г. При этом масса выведенных суточных перепелят также показала вариабельность (от 10,28 до 12,25 г), однако ее размах (1,97 г) был существенно ниже, чем размах массы яиц (3,97 г). Это указывает на отсутствие прямой линейной зависимости между массой яйца и массой птенца, что подтверждается рассчитанным индексом использования содержимого. Данный показатель демонстрирует, какая доля начальной массы яйца была трансформирована в массу тела птенца.

По полученным данным при инкубации перепелиные яйца с наибольшей массой не обеспечили максимальную массу молодняка. Напротив, для них был характерен самый низкий индекс использования содержимого (~ 69,00-71,00%), что свидетельствует о менее эффективном использовании питательных веществ и влаги эмбрионом или, возможно, о повышенных затратах энергии на испарение влаги из крупного яйца. Наилучшие показатели индекса использования содержимого (более 90,00%) наблюдались у яиц средней и ниже средней массы. Это согласуется с данными исследований, указывающими на наличие оптимального диапазона массы яиц для инкубации, выход за пределы которого снижает эффективность эмбриогенеза. Масса остаточной скорлупы колебалась в диапазоне от 1,10 до 1,52 г, составляя в среднем 9,20% от исходной массы яйца. Средняя масса остаточной скорлупы варьировала в диапазоне $1,27 \pm 0,14$ г. У образцов с аномально низким индексом использования содержимого отмечалась тенденция к увеличению как абсолютной массы скорлупы, так и ее относительной доли. Более толстая и тяжелая скорлупа может создавать барьер для газообмена и испарения влаги, что является одним из факторов эмбрионального стресса и может влиять на выживаемость.

На основе предоставленных данных был произведен расчет коэффициента корреляции Пирсона (r) между исходной массой яйца и массой суточного птенца. В результате коэффициент корреляции Пирсона (r) = $-0,17$. Полученное отрицательное значение ($-0,17$) указывает на наличие очень слабой обратной связи между переменными. Полученные данные подтверждают, что абсолютная масса перепелиного яйца не является гарантией получения крупного и жизнеспособного молодняка. Критически важным параметром выступает эффективность преобразования содержимого яйца в ткани птенца, которая для яиц тexasского перепела в данном эксперименте была максимальной в диапазоне

исходной массы 12,70–13,20 г. Снижение индекса использования содержимого у чрезмерно крупных яиц может быть связано как с биологическими ограничениями эмбриона, так и с физическими свойствами скорлупы.

Проведенные исследования в области инкубации демонстрируют ключевой принцип, имеющий отражение в концепции «транзиторного параорганизменного уровня» [4]. Эффективность эмбриогенеза, определяемая не исходной массой яйца перепелов, а качеством временной кооперации его компонентов, подчиняется нелинейной закономерности. Наибольшая эффективность преобразования ресурсов наблюдалась в среднем диапазоне массы, где взаимодействие эмбриона, питательных веществ и скорлупы достигает оптимальной функциональной целостности. Превышение этого диапазона, сопряженное с утяжелением скорлупы, нарушает баланс системы, снижая эффективность и повышая эмбриональный стресс, что указывает на срыв оптимального транзиторного состояния. Таким образом, успешный онтогенетический переход зависит от гармоничной, но временной интеграции автономных элементов системы в критическую фазу развития, являясь проявлением закономерности иерархического синтеза [5, 6].

Вывод. Статистически значимой линейной зависимости между массой инкубационного яйца и массой суточного птенца не выявлено. Полученная масса птенца в большей степени определяется не исходной массой яйца, а другими факторами, такими как эффективностью использования содержимого яйца эмбрионом, толщиной и плотностью скорлупы (влияет на газообмен и испарение влаги) и условиями инкубации, что отражается на динамике индекса использования содержимого яйца.

Список литературы

1. Narushin V. G., Romanov M. N. Egg physical characteristics and hatchability // World's Poultry Science Journal. – 2002. – Vol. 58 (3). – P. 297-303.
2. Шипилов В.В., Тристан В.Г., Петенко А.И. Влияние массы яиц на результаты инкубации японских перепелов // Птицеводство. – 2020. – № 5. – С. 38-41.
3. Онищенко А.С., Егоров И.А. Эмбриональная смертность птицы: причины и профилактика // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 3. – С. 25-28.
4. Лемешенко В.В. Транзиторный параорганизменный уровень структурной организации как механизм формирования новых признаков в иерархии животного мира: препринт. - URL: <https://doi.org/10.24108/preprints-3113891> (дата обращения: 05.01.2026).
5. Lemeshchenko V. A meta-theory of hierarchical synthesis as a fractal paradigm of cooperation: the recursive transit of complexity through transitional meta-levels. - URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8425906/v1> (accessed: 05.01.2026).

<https://doi.org/10.26898/2026-272>
УДК 636.5.082:636.5.082.8

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ РУССКОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ КУР

**Скобельская Т.П., канд. вет. наук, доцент,
Хоменко Н.А., аспирант**

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия
e-mail: www.15071986@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного анализа корреляции масс инкубационного яйца и суточного цыпленка на основе системы взаимосвязанных морфометрических и расчетных показателей. Исследование проводилось в условиях

контролируемого режима инкубации с регистрацией температуры и влажности. Для партии яиц ($n = 20$) определялись исходная масса яйца, масса суточного цыпленка и масса остаточной скорлупы. На основе этих данных рассчитывались удельная масса цыпленка, процент потери массы. Установлена сильная положительная корреляция между массой яйца и массой цыпленка ($r = +0,97$), подтверждающая прогностическую ценность этого показателя. Потеря массы (14,70%) превысила оптимальный диапазон (12,00-13,00%), что, наряду с повышенной вариабельностью влажности в выводной период, обусловило общую выводимость на уровне 65,00%. Наибольшая эффективность (удельная масса цыпленка $> 79\%$) достигнута для яиц в узком весовом диапазоне 58,00–61,00 г. Полученные данные доказывают, что оценка эффективности инкубации стоит осуществлять на анализе баланса метаболических процессов через коэффициент транзиторности. Практическая значимость работы заключается в обосновании необходимости калибровки инкубационных яиц по массе и строгой оптимизации влажностного режима для улучшения прогнозируемости, повышения выводимости и однородности суточного молодняка.

Ключевые слова: инкубация, цыпленок, масса яйца, температура, влажность, выводимость

Актуальность. Эффективность инкубации яиц является основополагающим параметром в качестве работы птицеводческих предприятий. От качества данного процесса напрямую зависит экономическая рентабельность данной отрасли сельского хозяйства. Для прогнозирования результатов инкубации и минимизации потерь в процессе в первую очередь оценивается масса яйца перед закладкой. Показатель массы в первую очередь отображает количество питательных веществ, запасенных в желтке, что напрямую влияет на процесс эмбриогенеза, а соответственно и на массу цыпленка при вылуплении [1]. Современное птицеводство, представляет собой высокотехнологичную составляющую агропромышленного комплекса, где эффективность инкубации яиц является основополагающим параметром, напрямую определяющим экономическую рентабельность предприятий.

Для прогнозирования результатов инкубации и минимизации потерь, в качестве ключевого параметра используется масса яйца перед закладкой. Этот показатель служит объективной мерой запаса питательных веществ, преимущественно сосредоточенных в желтке, что является основным фактором, влияющим на конечную массу цыпленка при вылуплении и ход эмбриогенеза [2]. В современных исследованиях всё чаще доминирует системный подход, рассматривающий процесс инкубации не как совокупность отдельных факторов, а как функционирование целостной временной биологической единицы – системы «яйцо – эмбрион». Данная система представляет собой саморегулирующийся «транзиторный параорганизменный уровень», где успешный исход (вылупление жизнеспособного цыпленка) является эмерджентным свойством, формирующимся в результате сложного взаимодействия внутренних ресурсов и внешних условий. Следовательно, оценка эффективности инкубации при изучении интегральных показателей, отражающих баланс и эффективность работы этой системы в целом, позволит выявить истинные критические точки [3].

В связи с этим возникает задача для технологического контроля – установить характер и силу взаимосвязи между показателями масс яйца и цыпленка. Внешне очевидное предположение о прямой и пропорциональной зависимости между увеличением массы яйца и ростом массы молодняка требует строгой математической верификации. Необходимо количественно оценить, насколько изменение одного параметра предсказуемо влияет на другой. Кроме того, важно определить, обеспечивает ли высокий процент вывода цыплят одновременную однородность партии по массе и жизнеспособности. Таким образом, переход от изолированной оценки массы к анализу ее взаимозависимости с конечными

биометрическими показателями становится необходимым условием для выявления критериев эффективности инкубации [4].

Цель исследования – провести анализ эффективности инкубации куриных яиц на основе системы взаимосвязанных морфометрических и расчетных показателей.

Материал и методы исследований. Исследование проводили в условиях экспериментального инкубатория. Объектом исследования послужили инкубационные яйца кур русской белой породы ($n = 20$). Инкубацию проводили в автоматическом инкубаторе «Classmark» × 241130, вместимость 36 шт., мощность 35 Вт оснащенном терморегулятором, регулятором влажности, автоповоротом яиц. Был установлен следующий температурный режим: период инкубации (1-15-е сутки): температура – $37,9 \pm 0,1$ °C, относительная влажность воздуха $56 \pm 2\%$. Поворот яиц осуществлялся автоматически каждые 90 минут. Период вывода (16-21-е сутки): температура – $37,5 \pm 0,3$ °C, относительная влажность воздуха $69\% (\pm 3,9\%)$. Поворот яиц отключен. Определяли массу каждого яйца перед размещением в инкубатор, а также индивидуальную массу птенца и массу остаточной скорлупы после вылупления на электронных весах «Сарацин: 200 г», с точностью 0,01 г. Полученные цифровые данные были обработаны методами вариационной статистики программного обеспечения Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований была проанализирована эффективность инкубации партии куриных яиц на основе системы взаимосвязанных морфометрических и расчетных показателей. Общая выводимость составила 65,00% (13 голов суточного молодняка). В анализ были включены данные по 14 яйцам, включая одно «замершее» на поздней стадии, для которого были получены морфометрические данные птенца и масса скорлупы его яйца.

Масса инкубационных яиц варьировала от 46,89 до 66,17 г при среднем значении $57,71 \pm 6,18$ г. Живая масса суточных цыплят демонстрировала пропорциональную вариабельность (от 34,59 до 51,90 г). Это визуальное соответствие было подтверждено статистически: корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между исходной массой яйца и массой суточного цыпленка (коэффициент корреляции Пирсона $r = +0,97$; $p < 0,001$). Данный результат подтверждает, что масса яйца является высоконадёжным предиктором массы молодняка птиц, а уравнение регрессии (*Масса цыпленка $\approx 0,76$ * Масса яйца*) может быть использовано для прогнозирования эффективности инкубации.

Ключевым этапом работы стал переход от анализа абсолютных величин к оценке эффективности трансформации ресурсов внутри системы «яйцо – эмбрион». Рассчитанная удельная масса цыпленка составила в среднем 75,90% с широким разбросом значений от 68,70 до 80,40%. Наибольшая эффективность (удельная масса более 79,00%) наблюдалась у яиц средней массы в диапазоне 58,00–61,00 г.

Обсуждение полученных данных целесообразно вести в рамках системы «яйцо – эмбрион», которая функционирует как целостная, саморегулирующаяся временная единица [5]. В первые 15 дней влажность поддерживалась на уровне $56,00 \pm 2,00\%$, что находится на нижней границе нормы, а в выводной период (16-21-е сутки) её вариабельность существенно возросла ($69,10 \pm 3,90\%$). Эти условия привели к повышенным и неравномерным метаболическим затратам эмбрионов, что, вероятно, и обусловило общую выводимость на уровне 65,00%.

Таким образом, эффективность инкубации определяется не абсолютной массой яйца, а степенью сбалансированности процессов ассимиляции и диссимиляции ресурсов внутри транзитной системы. Практическая эффективность (максимальная удельная масса) достигается в определенном весовом диапазоне (58,00-61,00 г) при оптимальных потерях влаги. Полученные данные указывают, что для повышения выводимости и однородности суточного молодняка необходим комплексный подход, включающий калибровку яиц по массе с отбором в оптимальный диапазон и строгую оптимизацию влажностного режима на всех этапах инкубации, направленную на стабилизацию коэффициента транзитности.

Вывод. Проведённые исследования установили, что масса инкубационного яйца может использоваться для прогнозирования массы суточного цыпленка, что подтверждается сильной положительной корреляцией между этими параметрами ($r = +0,97$). Однако ключевым фактором, определяющим эффективность эмбриогенеза, выступает не абсолютная масса яйца, а баланс метаболических процессов в системе «яйцо – эмбрион». Исходя из этого, наиболее эффективен отбор яиц для инкубации со средними показателями массы (в весовом диапазоне 58,00–61,00 г), так как в сравнении яйца с массой, отклоняющейся от таких параметров, демонстрируют менее стабильный результат. Исходя из этого, для повышения результативности и прогнозируемости инкубации необходим комплексный подход, включающий предварительную калибровку яиц по массе с формированием партий в оптимальном диапазоне и строгую коррекцию влажностного режима, направленную на минимизацию метаболического стресса эмбрионов.

Список литературы

1. Дедкова А.И. Влияние массы куриных яиц, заложенных на инкубацию на выводимость и сохранность цыплят // Вестник ОрелГАУ. – 2025. – № 4 (115). – С. 25-28.
2. Щербатов В.И. Щербатов В.Х. Вороков Ю.Ю. Петренко Режимы инкубации и мясная продуктивность цыплят-бройлеров // Птицеводство. – 2015. – № 1. – С. 17-22.
3. Лемешенко В.В. Транзитный параорганизменный уровень структурной организации как механизм формирования новых признаков в иерархии животного мира: препринт. - URL: <https://doi.org/10.24108/preprints-3113891> (дата обращения: 05.01.2026).
4. Фисинин В. Промышленное птицеводство – на новом рубеже // Животноводство России. – 2025. – № 6. – С. 6-8.
5. Lemeshchenko V. A meta-theory of hierarchical synthesis as a fractal paradigm of cooperation: the recursive transit of complexity through transitional meta-levels. - URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8425906/v1> (accessed: 05.01.2026).

<https://doi.org/10.26898/2026-273>
УДК 578.832.15:599.4

РУКОКРЫЛЫЕ КАК ФАКТОР РАСПРОСТРАНЕНИЯ АДЕНОВИРУСОВ

**Скобликов И.С.^{1,2}, студент, лаборант,
Алексеев А.Ю.², канд. биол. наук, доцент, руководитель лаборатории,
Приходько И.О.^{2,3}, студент, лаборант,
Агаркова Т.А.^{1,4}, канд. вет. наук, с.н.с., доцент**

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

²Научно-исследовательский институт вирусологии – структурное подразделение
Федерального исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины,
Новосибирск, Россия

³Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
Новосибирск, Россия

⁴Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: ivanskoblikov@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию роли рукокрылых как потенциальных переносчиков аденовирусов. Актуальность работы обусловлена возрастающей опасностью

возникновения новых вирусных заболеваний с риском эпидемического распространения. Особое внимание уделяется семейству Adenoviridae, характеризующемуся широким видовым разнообразием. Летучие мыши, как социальные животные с высокой плотностью популяции и специфической иммунной системой, представляют особый интерес в контексте распространения вирусных патогенов. В настоящий момент нами проводится работа по мониторингу аденовирусов, переносимых летучими мышами на территории России. В ходе работы на островах Кунашир и Итуруп собраны образцы фекалий с 104 особей видов *Myotis macrodactylus*, *Myotis petax*, *Myotis sibirica*, *Myotis ikonnikovi*. Описана методика диагностики аденовирусов методом вложенной ПЦР с использованием целевых праймеров с последующей детекцией с помощью электрофореза. Следующим этапом работы станет секвенирование и построение филогенетических деревьев полученных вирусных н. п.

Ключевые слова: рукокрылые, летучие мыши, аденовирусы, Adenoviridae, мониторинг, скрининговое исследование, вложенная ПЦР

Сохраняется тенденция на возможность возникновения новых заболеваний, спровоцированных патогенными вирусами с риском разрастания в эпидемии и эпизоотии. По мере увеличения случаев контакта человека с дикими животными, появляются всё новые возможности для заражения и распространения среди людей или домашних животных различных вариаций вирусов, в том числе не изученных на сегодняшний день. Заслуживает внимания семейство Adenoviridae, обладающее широким разнообразием видов, которое возрастает из года в год.

Семейство включает в себя 6 родов, самым распространённым из которых является *Mastadenovirus*, известно 63 вида, живущих в млекопитающих. У людей и животных эти вирусы вызывают различные заболевания, преимущественно связанные с поражением слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, кишечника и лимфоидной ткани [1]. Род *Barthadenovirus* (21 вид) также включает вирусы млекопитающих, птиц и пресмыкающихся. *Aviadenovirus* (28 видов) включает вирусы птиц; *Ichadenovirus* включает один вид, полученный из осетровых рыб – *Ichadenovirus acipenseris*; *Siadenovirus* (11 видов) – вирусы лягушек и птиц; *Testadenovirus* содержит один вид аденовируса черепах – *Testadenovirus trachemysis* [2].

Большой интерес представляет отряд рукокрылые (Chiroptera) – социальные животные, единственные летающие млекопитающие, живущие большими группами с крайне высокой плотностью посадки, регулярными миграциями на большие расстояния и обладающие особенной иммунной системой, позволяющей находиться в состоянии баланса защиты и толерантности с многими потенциальными патогенами.

Механизмы защиты обеспечиваются характерными чертами индукции и кинетики генов, участвующих в передаче сигнала интерферона. В отличие от человека, у многих видов летучих мышей (например, *Pteropus alecto*) интерферон альфа вырабатывается постоянно, а не только в ответ на стимуляцию; при этом уже до стимуляции экспрессируются интерферон-стимулируемые гены. У них выявлены специфические паттерны экспрессии регуляторов интерферона (IRF7, IRF3), усиливающие противовирусные реакции, и снижена индукция интерферонов I типа, что минимизирует выработку воспалительных цитокинов. Кинетика ответа также отличается: фаза снижения экспрессии интерферон-стимулируемых генов наступает быстрее. Кроме того, интерферон индуцирует у летучих мышей экспрессию ряда противовирусных генов (RNASEL, Mx, APOBEC3), некоторые из которых могли эволюционировать под давлением отбора. Видоспецифичные различия включают: сокращённый локус интерферона у *P. alecto*, отсутствие конститутивного интерферона, но увеличенный локус для интерферона ω у *Rousettus aegyptiacus*, а также ограниченный профиль индукции интерферонов α и β у ряда видов по сравнению с человеком и мышью. Эти особенности базовой экспрессии, кинетики и функций противовирусных генов позволяют летучим мышам эффективно сдерживать такие патогены, как вирусы Эбола,

SARS-CoV и SARS-CoV-2; при этом нарушение регуляции интерферонового ответа связано как с аутоиммунными заболеваниями, так и с патогенезом переносимых ими вирусов.

Усиленная аутофагия у летучих мышей способствует быстрому выведению вируса бешенства из клеток. Кроме того, их клетки вырабатывают много белков теплового шока, обеспечивающих выживаемость при высоких температурах и окислительном стрессе *in vitro*. Эти белки действуют как шапероны для вирусных белков, ускоряя эволюцию вирусов за счёт допуска мутаций; также они служат вирусными рецепторами, регулируют воспаление, блокируют апоптоз и влияют на старение.

Также среди факторов толерантности отмечается ослабленный STING-зависимый иммунный ответ и другие механизмы ослабления воспалительных реакций. Эти особенности обеспечивают высокоэффективное распространение инфекционных заболеваний, в том числе зоонозов, в ареале обитания летучих мышей [3, 4].

Многие крупные вспышки вирусных болезней человека и животных ассоциируют с летучими мышами. В том числе болезни Эбола, Нипах, SARS-CoV и SARS-CoV-2 и др. Среди заболеваний сельскохозяйственных животных отмечают вспышку синдрома острой диареи свиней (SADS) в 2017 году. В недавней публикации результатов скрининга инфектома почек летучих мышей китайской провинции Юньнань были представлены новые виды рода *Henipavirus* – генипавирусы юньнаньской летучей мыши 1 и 2, которые являются генетически близкими к вирусам Нипах и Хендра; 20 из 22 обнаруженных видов вирусов ранее не были известны [5].

Носительство аденовирусов у рукокрылых регистрируется с 2006 года. С того времени были выделены новые или уже известные виды – у летучей лисицы *Pteropus dasymallus uaeuatae* в Японии, в Китае из 3 видов насекомоядных и плотоядных летучих мышей, в Германии у *Pipistrellus pipistrellus*, в США у *Corynorhinus rafinesquii* и *Antrozous pallidus*, в Венгрии у *Rhinolophus ferrumequinum* и *Myotis myotis* [2]. Впервые мастаденовирусы летучих мышей были внесены в международную классификацию таксономии вирусов в 2014 году и с тех пор были дополнены ещё 8 видами.

Нет данных о проведении вирусологических мониторингов летучих мышей на территории России, направленных на выявление аденовирусов. Хотя в настоящее время рукокрылые исследуются на другие вирусы, в особенности семейств Coronaviridae и Lyssaviridae [6, 7], а также ведётся мониторинг аденовирусов птиц. Опыт соседних стран показал, что видовое разнообразие аденовирусов, переносимых летучими мышами, может быть достаточно велико. В публикации от 2022 года описана идентификация нового вида аденовируса в Казахстане, идентичного на 70% по аминокислотным последовательностям гена гексона с мастаденовирусами Е и Н. Пробы были получены от летучей мыши *Myotis blythii* в южном регионе [8]. Вирусологические исследования этого вида рукокрылых продолжается с выявлением как аденовирусов, так и других семейств – Circoviridae, Parvoviridae, Retroviridae, и Orthoherpesviridae, поскольку климатические зоны Казахстана способствуют широкому распространению рукокрылых – зарегистрировано 27 видов, составляющих 70% от общей популяции на территории бывшего СССР [9].

В целях вирусологического мониторинга в 2024 году нами был отобран биоматериал с островов Кунашир и Итуруп Южно-Курильского района. В ходе работы собраны образцы с 104 особей. Было выявлено 4 вида рукокрылых: Крупнопалая ночница (*Myotis macrodactylus*), Восточная ночница (*Myotis petax*), Ночница сибирская (*Myotis sibirica*), Ночница Иконникова (*Myotis ikonnikovi*). В пещере находилась колония Крупнопалой ночницы (*Myotis macrodactylus*) при отлове было поймано 80 особей (76 %). В искусственных убежищах в мосту над рекой Курилка было поймано три вида Восточная ночница (*Myotis petax*) с 18 особями (17,3%), Ночница сибирская (*Myotis sibirica*), Ночница Иконникова (*Myotis ikonnikovi*) с 3 особями (2,8%).

При работе с биологическим материалом (фекалии) от рукокрылых осуществлялась предварительная подготовка проб (фильтрация) согласно методическим рекомендациям

«Взятие, транспортировка, хранение биологического материала для ПЦР-диагностики», разработанным ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора.

Для осуществления скринингового исследования наличия в биологическом материале (фекалии), полученном от рукокрылых, генетического материала вирусов, принадлежащих к целевым таксономическим группам, была выполнена экстракция нуклеиновых кислот с использованием комплекта реагентов для выделения ДНК из клинического материала «РеалБест экстракция 100» (Россия).

Весь собранный материал также был проанализирован на наличие нуклеиновых кислот аденовирусов с помощью ПЦР с использованием целевых праймеров с последующей детекцией с помощью электрофореза.

Диагностика аденовирусов проводилась методом, описанным в статье «Host range, prevalence, and genetic diversity of adenoviruses in bats», посвящённой выделению, анализу генома и филогенетическому анализу аденовирусов летучих мышей [10].

Для скрининга присутствия AdV и изучения их генетического разнообразия используется частичная последовательность ДНК-полимеразы AdV (пол) ген амплифицировали с помощью вложенной ПЦР. Для первой круглой амплификации 25-мкл реакционная смесь содержала 2 мкл экстрагированной ДНК, 12,5 мкл 2xMasterMIX PCR, по 20 пмоль каждого праймера (pol-F [5'-CAGCCCKCKGTTTGTGYAGGGT-3'] и pol-R [5'-GCHACCATYAGCTCCCAACTC-3']). После начальной стадии инкубации при 94 °C в течение 5 мин было проведено 30 циклов амплификации, состоящих из денатурации при 94 °C в течение 30 с, отжига при 48 °C в течение 30 с и удлинения при 72 °C в течение 30 с и конечной стадии удлинения при 72 °C в течение 10 мин. Для второго раунда амплификации в качестве матрицы использовали 1 мкл продуктов ПЦР первого раунда, 12,5 мкл 2xMasterMIX PCR и амплифицировали прямым праймером pol-nF (5'-GGGCTCRTTTRGTCCAGCA-3') и обратным праймером pol-nR (5'-TAYGACATCTGYGGCATGTA-3') с теми же параметрами циклирования, что и для первого раунда. Были приняты стандартные меры предосторожности, чтобы избежать загрязнения ПЦР, и положительный контроль включался в каждый ПЦР-анализ. Ожидаемые продукты очищали в геле с использованием набора для гель-экстракции Евроген (Cleanup Mini).

Результаты ПЦР-анализа с электрофоретической детекцией образцов, собранных на островах в 2024 году, показали, что в 19 из 104 образцов была обнаружена ДНК, относящаяся к семейству аденовирусов (Adenoviridae). Следующим этапом работы станет секвенирование по Сенгеру и построение филогенетических деревьев.

Список литературы

1. Bertzbach L.D., Ip W.-H., Dobner T. Animal Models in Human Adenovirus Research // *Biology*. - 2021. - Vol. 10. – No. 12. - P. 1253. DOI: 10.3390/biology10121253.
2. Jansen van Vuren P., Allam M., Wiley M.R. et al. A novel adenovirus isolated from the Egyptian fruit bat in South Africa is closely related to recent isolates from China // *Scientific Reports*. - 2018. - Vol. 8. - P. 9584. DOI: 10.1038/s41598-018-27836-w.
3. Irving A.T. Lessons from the host defences of bats, a unique viral reservoir // *Nature*. - 2021. - Vol. 589. – No. 7842. - P. 363-370. DOI: 10.1038/s41586-020-03128-0.
4. Calisher C.H. Bats: important reservoir hosts of emerging viruses // *Clinical Microbiology Reviews*. - 2006. - Vol. 19. – No. 3. - P. 531-545. DOI: 10.1128/CMR.00017-06.
5. Kuang G., Yang T., Yang W. et al. Infectome analysis of bat kidneys from Yunnan province, China, reveals novel henipaviruses related to Hendra and Nipah viruses and prevalent bacterial and eukaryotic microbes // *PLoS Pathogens*. - 2025. - Vol. 21. – No. 6. - P. e1013235. DOI: 10.1371/journal.ppat.1013235.
6. Шаршов К.А., Дерко А.А., Дубовицкий Н.А. и др. Зоонозные вирусы Сибири и Дальнего Востока // *Научные чтения, посвященные 60-летию кафедры генетики и*

клеточной биологии Томского государственного университета: материалы Междунар. конф., Томск, 23–26 сент. 2024 г. - Томск, 2024. - С. 42-43.

7. Охлопкова О.В., Кононова Ю.В., Тюменцева М.А. и др. Гладконосые летучие мыши (семейство Vespertilionidae) как возможный резервуар лисса- и коронавируса в Западной Сибири и на юге европейской части России // Вопросы вирусологии. - 2024. - Т. 69. - № 5. - С. 415-428. DOI: 10.36233/0507-4088-267.

8. Karagulov A.I., Argimbayeva T.U. et al. The Prevalence of Viral Pathogens among Bats in Kazakhstan // Viruses. - 2022. - Vol. 14. – No. 12. - P. 2743. DOI: 10.3390/v14122743.

9. Karamendin K., Sabyrzhan T., Kydyrmanov A. et al. Virological surveillance of bats in Southern Kazakhstan // Frontiers in Virology. - 2025. - Vol. 5. - P. 1582410. DOI: 10.3389/fviro.2025.1582410.

10. Li Y., Ge X., Zhang H., Zhou P., Zhu Y., Zhang Y., Yuan J., Wang L.-F., Shi Z. Host range, prevalence, and genetic diversity of adenoviruses in bats // Journal of Virology. - 2010. - Vol. 84. – No. 8. - P. 3889–3897. DOI: 10.1128/JVI.02497-09.

<https://doi.org/10.26898/2026-274>
УДК 619:618.7:636.22/28

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ОКСИЛАТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЛОДОТВОРЯЕМОСТИ КОРОВ, ПЕРЕБОЛЕВШИХ ПОСЛЕРОДОВЫМ ЭНДОМЕТРИТОМ

Скомарова М.Н.¹, ветеринарный специалист,

Макаренко Л.В.¹, ветеринарный специалист,

Смертина Е.Ю.², д-р вет. наук, с.н.с.

¹АО «РВФ-ПРО», Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: e.smertina2011@yandex.ru

Аннотация. Изучено влияние препарата Оксилат на оплодотворяемость коров, переболевших послеродовым эндометритом при синхронизации охоты по протоколу Ovsynch. Анализ результатов опыта доказывает, что дополнительное применение препарата Оксилат при синхронизации охоты в стандартной схеме Ovsynch позволяет повысить оплодотворяемость коров на 10%.

Ключевые слова: молочное скотоводство, корова, послеродовый эндометрит, искусственное осеменение, синхронизация охоты, Оксилат

Последствия тяжелых родов и послеродовые заболевания являются одной из главных причин низкого уровня воспроизводства стада в молочном скотоводстве [1].

Различные схемы и протоколы повышения оплодотворяемости, в том числе за счет синхронизации охоты у коров широко применяются в практике животноводства. Индукция овуляции и лютеолиза обеспечивается путем введения синтетических гормональных препаратов [2]. Коровы, переболевшие послеродовым эндометритом, имеют, как правило, нарушения воспроизводительной функции. И даже в случае успешной гормональной индукции охоты, оплодотворяемость всегда снижена. Поэтому необходима не только гормональная синхронизация охоты, но и стимуляция успешного оплодотворения, заключающаяся в дополнительном применении иммуностимулирующих, витаминных и противовоспалительных препаратов [3].

В сельскохозяйственных предприятиях в обязательном порядке проводят симптоматическое лечение, после которого коров готовят к синхронизации охоты и оплодотворению. Однако клиническое выздоровление животных, не исключает патологические изменения слизистой оболочки матки, снижающие уровень оплодотворяемости.

Разработаны способы синхронизации полового цикла коров для проведения искусственного осеменения, согласно которым при выполнении схемы Ovsynch коровам дополнительно вводят витаминные препараты, иммуностимуляторы, но указанные препараты не обладают антибактериальным действием [4-6].

Цель исследований – изучить влияние применения препарата Оксилат в схеме синхронизации охоты у коров на оплодотворяемость.

Исследования проведены в условиях молочно-товарной фермы в Сибирском федеральном округе. В экспериментальные группы, контрольную и опытную, были подобраны по 20 коров по принципу аналогов, красно-пестрой породы, массой тела 400-450 кг, в возрасте 3-5 лет, из числа животных, прошедших симптоматическое лечение, переболевшие послеродовым эндометритом, клинически здоровых. Синхронизацию охоты у коров в контрольной группе проводили по протоколу Ovsynch. Для повышения оплодотворяемости коров, переболевших послеродовым эндометритом, в схему синхронизации добавлен препарат Оксилат. Ветеринарный препарат Оксилат относится к адаптогенным лекарственным средствам. В состав препарата входят трекрезан и никотиновая кислота. Трекрезан обладает бактериостатической активностью в отношении *Staphylococcus albus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella dublin*, способствует повышению резистентности организма. При парентеральном введении усиливает трофические и пластические процессы в матке, стимулирует сократительную способность миометрия и процессы регенерации эндометрия, сокращает сроки инволюции, устраняет атонию и гипотонию матки. Никотиновая кислота обладает сосудорасширяющими и гипохолестеринемическими свойствами, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах организма. По степени воздействия на организм Оксилат относится к малоопасным веществам (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76), не обладает местно-раздражающим, эмбриотоксическим и тератогенным действием. Оксилат применяют для лечения и профилактики воспалительных заболеваний матки у коров.

Ультразвуковое исследование для оценки состояния репродуктивных органов и определения стельности животных проводили УЗИ аппаратом SONOV6.

Животным контрольной группы проводили гормональную терапию по следующей схеме: на 51-57-й день после отела вводили Сурфагон в первой половине дня в дозе 10 мл внутримышечно, через 7 дней вводили Эстрофан утром в 07:00 ч в дозе 2 мл внутримышечно. На следующий день в 07:00 ч утра вводили также Эстрофан в указанной дозе. На следующий день в 15:00 ч вводили Сурфагон в дозе 10 мл. На 10-й день провели искусственное осеменение в 07:00 ч.

Животным опытной группы провели гормональную терапию по следующей схеме: на 51-57 день после отела ввели Сурфагон в первой половине дня в дозе 10 мл внутримышечно. Через 7 дней ввели Эстрофан утром в 07:00 ч в дозе 2 мл внутримышечно. На следующий день в 07:00 ч утра ввели Эстрофан в указанной дозе, а вечером Оксилат в дозе 15 мл в межтканевое пространство тазовой полости однократно. На следующий день в 15:00 ввели Сурфагон и Оксилат в тех же дозировках. На 10-й день провели искусственное осеменение в 07:00 ч (табл. 1).

Таблица 1

Применение препарата Оксилат в схеме синхронизации охоты у коров

Дни после отела	51-57	58-64	60-66	61-67	61-67
Дни введения препаратов	1	7	8	9	10
Эстрофан, мл	-	2	2	-	Искусственное осеменение
Оксилат, мл	-	-	15	15	
Сурфагон, мл	10	-	-	10	
УЗИ	+	-	-	-	

В результате синхронизации охоты при помощи гормональных лекарственных препаратов и дополнительно введенного коровам опытной группы препарата Оксилат искусственно осеменены по 20 голов в опытной и контрольной группах, в том числе коровы без визуальных признаков охоты (табл. 2).

Таблица 2

Результаты искусственного осеменения

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Количество голов	20	20
Оплодотворилось, гол./%	13/65	11/55

По результатам контрольных УЗИ исследований в опытной группе плодотворно осеменены 13 коров, что составляет 65% от общего количества коров в группе. В контрольной группе плодотворно осеменены 11 коров, что составляет 55% от общего количества коров в группе. Анализ результатов опыта доказывает, что дополнительное применение препарата Оксилат при синхронизации охоты в стандартной схеме Ovsynch позволяет повысить оплодотворяемость коров на 10%.

Список литературы

1. Порошина Е.С., Шавырин И.И., Ранцева И.В. Влияние отрицательного энергетического баланса в послеродовой период на воспроизводительную функцию коров-первотёлок // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. - № 4. - С. 110-113.
2. Ambrose D.J., Gobikrushanth M., Zuidhof S. Low-dose natural prostaglandin F2a (dinoprost) timed insemination improves conception rate in dairy cattle // Theriogenology. - 2015. - Vol. 83 (4). - P. 529-534. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2014.10.034.
3. Ермоленко Д.Ю., Серебряков Ю.М. Синхронизация полового цикла при проведении искусственного осеменения коров // Аграрный вестник Приморья. - 2017. - № 4 (8). - С. 34-37.
4. Патент № 2795159 С1. Способ синхронизации половой охоты у высокопродуктивных коров / Гальченко В.А., Перерядина С.П., Авдеев В.С. и др.; № 2808596; заявл. 19.10.22; опубл. 28.04.22, Бюл. № 13.
5. Патент № 2808596 С1 Российская Федерация. Способ повышения оплодотворяемости коров от фронтального осеменения / Христиановский П.И., Платонов С.А., Медетов Е.С. и др.; № 2808596; заявл. 18.05.23; опубл. 30.11.23, Бюл. № 34.
6. Пат. № 2785290 С1 Российская Федерация. Способ синхронизации полового цикла коров для проведения искусственного осеменения / Скомарова М.Н., Макаренко Л.В., Смирнова Л.В. и др.; № 111354; заявл. 28.04.25; опубл. 11.12.25, Бюл. № 35.

ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭПИЗООТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

**Смолянинов Ю.И., д-р вет. наук, проф.,
Жеребцова Е.В., аспирант**

Сибирский федеральный научный центр агrobiотехноогий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: uismol@yandex.ru

Аннотация. С использованием статистических данных проведен анализ эпизоотической ситуации по африканской чуме свиней (АЧС) территории Российской Федерации за длительный период (2007-2024 гг.). Дана хронология вспышек АЧС в федеральных округах и субъектах РФ. Установлено, что первые вспышки инфекции зарегистрированы в 2007 г. в Северо-Кавказском федеральном округе. В 2008 г. в эпизоотический процесс АЧС были вовлечены Южный федеральный округ и Приволжский федеральный округ, в 2009 – Северо-Западный федеральный округ, в 2011 – Центральный федеральный округ, в 2017 – Сибирский федеральный округ, в 2019 – Дальневосточный федеральный округ, в 2021 – Уральский федеральный округ. В дальнейшем на территории перечисленных округов в различные периоды происходило интенсивное расширение ареала распространения АЧС с вовлечением в эпизоотический процесс все новых субъектов РФ. При среднегодовом количестве регионов России, вовлеченных в эпизоотический процесс АЧС, равном 16, наибольшее их число зарегистрировано в 2021 г. (43), в 2022 (37) и 2016 (26). За период анализа неблагополучными явились 67 субъектов РФ с индексом неблагополучия 78,8%. Наивысший показатель распространенности АЧС в многолетней динамике по субъектам РФ установлен в 2022 г. – 87,5%, 2020 и 2021 – 75%. В федеральных округах распространенность АЧС преваляровала в 2013 г., составившая 62,5%, 2017 и 2019 гг. – по 50%. Наивысший индекс эпизоотичности АЧС установлен на территории Центрального, Северо-Западного и Приволжского федеральных округов России, который составил 0,78. Наиболее длительный период неблагополучия по АЧС был характерен для Центрального, Северо-Западного и Приволжского федерального округов РФ, составивший по 14 лет.

Ключевые слова: африканская чума свиней, эпизоотический процесс, неблагополучие, распространенность

Африканская чума свиней (АЧС) впервые описана британским ученым Montgomery в 1921 году в Кении на африканском континенте (Montgomery R., 1921; Семенихин А.Л., 2008). Несмотря на то, что (АЧС) не вызывает заболевания у человека, многие исследователи определяют ее как одну из наиболее важных в мировом масштабе трансграничных, конвекционных и особо опасных эпизоотических болезней. АЧС ввиду большого причиняемого экономического ущерба, внезапного эмерджентного появления на различных территориях, в том числе государствах и регионах, отсутствия методов лечения и средств специфической профилактики, может катастрофически влиять на экономику стран, и даже иметь политическое значение (Бакулов И.А. с соавт., 2002; Макаров В.В., 2011; Макаров В.В., Грубый В.А., 2013; Penrith M.-L., 2013);

По прогнозу Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), АЧС в ближайшее десятилетие будет представлять самую большую угрозу для отрасли свиноводства в мировом масштабе (Schipp M., 2013), и угрожать мировой популяции поголовья свиней (Cadenas-Fernández E. et al., 2019; Malogolovkin A., Kolbasov D., 2019. Не утешителен прогноз

распространения АЧС и на территории России (Караулов А.К. и др., 2018). Исходя из данных научной литературы, АЧС приобрела глобальную биологическую катастрофу и, по своим экономическим последствиям, сопоставима с крупными стихийными бедствиями.

Сложность борьбы с АЧС обусловлена особенностями проявления эпизоотического и инфекционного процессов, включая многочисленные пути и механизмы передачи вируса, его чрезвычайно высокую контагиозность, вирулентность и жизнеспособность во внешней среде. Наиболее часто вспышки АЧС у домашних свиней сопряжены с заболеваемость диких кабанов в ареалах их обитания (2008; Боев Б.В. и др., 2010; Макаров В.В. и др., 2014; Мачнев А.Н. др., 2018).

С использованием статистических данных научных электронных библиотек, порталов Россельхознадзора, ФГБУ «Центр ветеринарии», проведен анализ и выявлены некоторые особенности проявления эпизоотического процесса АЧС на территории России за 18-летний период (2007-2024 годы).

В хронологическом порядке первые вспышки АЧС зарегистрированы в 2007 году среди диких кабанов на территории Северо-Кавказского федерального округа в Чеченской Республике. В дальнейший период инфекцию регистрировали как среди домашних свиней, так и диких кабанов в течение 13 лет (см. таблицу).

Динамика распространения АЧС в федеральных округах и субъектах РФ

Год	Количество неблагополучных субъектов РФ в федеральных округах								Количество неблагополучных территорий		Распространенность, %	
	Центральный	Северо-Западный	Южный	Северо-Кавказский	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный	федеральный округ	субъект РФ	РФ	федеральный округ
2007	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1	12,5	100,0
2008	–	–	1	5	1	–	–	–	3	7	37,5	42,9
2009	–	1	4	6	–	–	–	–	4	11	50,0	36,4
2010	–	1	6	4	1	–	–	–	4	12	50,0	33,3
2011	3	3	5	1	3	–	–	–	5	15	62,5	33,3
2012	6	2	4	–	–	–	–	–	3	12	37,5	25,0
2013	9	2	2	1	1	–	–	–	5	15	62,5	62,5
2014	9	3	2	–	–	–	–	–	3	14	37,5	21,4
2015	9	1	2	1	1	–	–	–	5	14	62,5	35,7
2016	11	4	5	1	5	–	–	–	5	26	62,5	19,2
2017	4	1	2	–	2	–	1	–	5	10	62,5	50,0
2018	8	4	–	–	1	–	–	–	3	15	37,5	20,0
2019	2	2	–	2	2	–	–	–	4	8	50,0	50,0
2020	6	4	–	1	7	–	1	3	6	22	75,0	27,3
2021	15	4	–	1	9	3	–	5	6	37	75,0	16,2
2022	10	3	–	3	8	2	1	3	7	32	87,5	35,0
2023	8	–	–	1	9	–	1	1	5	20	62,5	25,0
2024	2	–	–	–	1	2	–	–	3	5	37,5	60,0
СН	14	14	10	13	14	3	4	4				
ИЭ	0,78	0,78	0,56	0,72	0,78	0,17	0,22	0,22				

Примечание. СН – общий срок неблагополучия, лет; ИЭ – индекс эпизоотичности, %.

В 2008 году в эпизоотический процесс АЧС как среди домашних свиней, так и диких кабанов, были вовлечены Южный федеральный округ (Краснодарский край) и Приволжский федеральный округ (Оренбургская область); в 2009 – Северо-Западный федеральный округ (Ленинградская область); в 2011 – Центральный федеральный округ (Воронежская, Тверская и Курская области); в 2017 – Сибирский федеральный округ (Иркутская область); в 2019 – Дальневосточный федеральный округ (Еврейская автономная область, Приморский край,

Амурская область); в 2021 – Уральский федеральный округ (Свердловская и Челябинская области, Ханты-Мансийский автономный округ).

В дальнейшем на территории перечисленных федеральных округов в различные периоды происходило интенсивное расширение ареала распространения АЧС с вовлечением в эпизоотический процесс все новых субъектов РФ. При среднегодовом количестве регионов России, вовлеченных в эпизоотический процесс АЧС, равном 16, наибольшее их число зарегистрировано в 2021 году, которое составило 43, в 2022 – 37, и 2016 – 26.

Экстенсивным показателем проявления эпизоотического процесса и напряженности эпизоотической ситуации является индекс неблагополучия территории, определяемый отношением количества неблагополучных территорий к их общему числу.

В динамике за 18 лет на территории РФ вспышки АЧС зарегистрированы во всех восьми федеральных округах. Установлено, что в Центральном, Северо-Западном, Северо-Кавказском и Приволжском федеральных округах неблагополучными в различные периоды явились все субъекты РФ с индексом 100%. При общем количестве субъектов РФ в составе федеральных округов, равном 85, за период анализа неблагополучными явились 67 субъектов с индексом неблагополучия 78,8%.

Другим показателем проявления эпизоотического процесса является распространенность болезни, определяемая отношением количества неблагополучных округов к их общему числу за каждый год анализа. Наивысший показатель распространенности АЧС в многолетней динамике установлен в 2022 году – 87,5%, 2020 и 2021 – 75%. В федеральных округах распространенность АЧС превалировала в 2013 году, составившая 62,5%, 2017 и 2019 годах – по 50%.

Важным показателем проявления эпизоотического процесса является его характеристика во временном диапазоне – срок неблагополучия. Анализ показал, что наиболее длительный период неблагополучия по АЧС был характерен для Центрального, Северо-Западного и Приволжского федерального округов РФ, составивший по 14 лет.

Индекс эпизоотичности федеральных округов по АЧС, как ретроспективный показатель напряженности эпизоотического процесса, определяли процентным отношением числа лет, в течение которых регистрировали инфекцию, к общему количеству лет периода исследований. Наивысший индекс эпизоотичности установлен на территории Центрального, Северо-Западного и Приволжского федеральных округов России, который составил 0,78.

На территории некоторых федеральных округов прослеживается непрерывность проявления эпизоотического процесса АЧС во временном диапазоне, свидетельствующая о стационарности. Так, непрерывное течение АЧС характерно для Центрального федерального округа, составившее 14 лет (2011-2024 гг.), Северо-Западного – 14 лет (2009-2022 гг.), и Южного – 10 лет (2008-2017 гг.). На территории длительно неблагополучных Северо-Кавказского и Приволжского федеральных округов после ликвидации инфекции в отдельные годы отмечено появление новых вспышек с межэпизоотическими периодами, или временным эпизоотическим благополучием с интервалами в 1-2 года.

Список литературы

1. Бакулов И.И., Котляров, Донченко А.С. и др. Особо опасные болезни животных. – Покров; Новосибирск, 2002. – 184 с.
2. Макаров В.В., Грубый В.А. Эпизоотические ситуации и контроль африканской чумы свиней // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 3. – С. 68-70.
3. Penrith M.-L. et al. African swine fever virus eradication in Africa // Virus Research. – 2013. – Vol. 173. – Is. 1. – P. 228-246.
4. The Guardian [Электронный ресурс]. – URL: <https://fedpress.ru/news/western-europe/society/2356986>.

5. Караулов А.К., Шевцов А.А., Петрова О.Н. Прогноз до 2025 г. по распространению африканской чумы свиней в России // Ветеринария и кормление. – 2018. – № 3. – С. 78-84.
6. Cadenas-Fernández E., Sánchez-Vizcaíno J., Pintore A. et al. Front. Vet. Sci. – 2019. – P. 364-375.
7. Malogolovkin A., Kolbasov D. Genetic and antigenic diversity of African Swine Fever virus // Virus Res. - 2019. – No. 271. – P. 197673.
8. Боев Б.В. и др. Дикий европейский кабан. Моделирование и прогнозирование природно-очаговой африканской чумы свиней // Ветеринария. - 2010. - № 12. - С. 18-23.
9. Макаров В.В., Василевский Ф.И., Боев Б.Ф. и др. Природная очаговость при африканской чуме свиней. – М., 2014. – 66 с.
10. Мачнев А.Н., Поклонский Д.Л., Еремин Г.Г. и др. Африканская чума свиней как природно-очаговое заболевание // Ветеринария Кубани. – 2018. – № 2. – С. 3-5.

<https://doi.org/10.26898/2026-276>
УДК 619:616.995.128.095

ОСОБЕННОСТИ ПРИЖИЗНЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕМАТОДИРЕЛЛЕЗА ЛОСЯ (*ALCES ALCES*)

Старостина А.Д.¹, студент,

Фоменко Г.М.², аспирант,

Красношапка Н.Д.³, директор

Научный руководитель – Ефремова Е.А.^{1,2}, канд. вет. наук, доцент

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства
им. проф. Б.М. Житкова (Западносибирский филиал), Новосибирск, Россия
e-mail: anneta-starostina@mail.ru

Аннотация. Нематодиреллез, вызываемый нематодами рода *Nematodirella*, является широко распространённым и клинически значимым гельминтозом у лосей (*Alces alces*). Актуальность разработки эффективных методов прижизненной диагностики обусловлена необходимостью мониторинга эпизоотической ситуации по нематодиреллезу в популяциях диких копытных с оценкой особенностей инвазионного процесса и снижением распространения инвазии. Методами гельминтоовоскопии по Фюллеборну и гельминтолярвоскопии по Берману – Орлову проведены копрологические исследования проб фекалий лося, собранные на территории Новосибирской области. Установлены морфометрические критерии для дифференциации яиц *Nematodirella* spp. от яиц нематодир, паразитирующих у лосей. Выявлены специфические признаки личинок третьей стадии (L3), позволяющие проводить их идентификацию. Доказано, что прижизненная диагностика нематодиреллеза основывается на анализе фекальных проб, осуществляемом в два этапа: первоначальная овоскопия с последующей обязательной лярвоскопией. При этом идентификация личинок в рамках лярвоскопии базируется на оценке их морфометрических признаков.

Ключевые слова: лось, нематодиреллез, прижизненная диагностика, яйца, инвазионные личинки

Лось (*Alces alces*) – ключевой вид лесных экосистем Евразии и Северной Америки, имеющий важное хозяйственное, охотничье и природоохранное значение.

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что гельминтозы лосей имеют широкое распространение [1, 2]. В естественных условиях заражение гельминтами обычно не приводит к гибели животного, однако инвазия может вызывать снижение резистентности и, как следствие, возникновение заболеваний вирусной и бактериальной этиологии [3]. Важную роль в структуре гельминтокомплекса лося занимают нематоды рода *Nematodirella*, паразитирующие у различных представителей диких полорогих и оленевых. К числу наиболее часто встречающихся видов данного рода у лося относят: *N. alcidis* и *N. longispiculata* [4, 5].

Несмотря на высокую диагностическую точность, позволяющую проводить достоверную видовую идентификацию возбудителя, ключевые методы – патолого-анатомическое исследование с гельминтологическим вскрытием и молекулярно-генетический анализ (ПЦР) – имеют существенные ограничения для применения в рутинной практике. Гельминтологическое вскрытие, являясь «золотым стандартом» посмертной диагностики, по определению исключает возможность прижизненного обследования животных и динамической оценки эпизоотической ситуации в популяции. Молекулярные методы, в свою очередь, требуют наличия специализированной лабораторной базы, дорогостоящих реагентов и квалифицированного персонала, что зачастую делает их малодоступными для полевых условий и массовых исследований. Таким образом, классическая микроскопия остается наиболее оптимальным методом исследования, сочетающим в себе диагностическую ценность и возможность массового применения. Его ключевыми преимуществами при работе с пробами от диких копытных являются возможность оценки эпизоотической ситуации, в том числе динамики и сезонности проявления инвазии [6].

Основным ограничением при паразитологическом обследовании лосей копрологическим методом является сложность дифференциальной диагностики яиц и личинок стронгилят по морфологическим признакам. В фекалиях лося могут одновременно присутствовать яйца и личинки стронгилят рода *Nematodirus*, имеющие внешнее сходство с нематодиреллами. Учитывая, что существующие литературные данные по морфологии расселительных форм нематодирелл остаются фрагментарными [7], целью исследований явилось выявление морфометрических особенностей яиц и личинок нематодирелл для последующей оптимизации прижизненной диагностики.

Пробы фекалий животных собраны на территории стационара Западносибирского филиала ВНИИОЗ, расположенного на границе Кыштовского района Новосибирской и Каргасокского района Томской областей, а также в охотничьих хозяйствах Сузунского и Тогучинского районов. Для диагностики гельминтозов образцы биоматериала исследовали методами гельминтоовоскопии по Фюллеборну и гельминтолярвоскопии по Берману – Орлову. Перед проведением лярвоскопических исследований пробы подвергали культивированию при комнатной температуре.

Идентификацию яиц и личинок выполнили на основе общей морфологии и размерных характеристик, приведенных в справочной литературе [7, 8]. Измеряемые параметры включали в себя: длину и ширину яиц, общую длину личинки, ширину личинки, длину тела личинки, длину хвостового чехлика, длину пищевода, длину кишечника. Фотосъемка и измерение структурных элементов проводили с использованием компьютерной программы AxioVision микроскопа AxioStar plus (Carl Zeiss). Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel 2019, рассчитывая средние ($M \pm m$), минимальные (min) и максимальные (max) значения показателей.

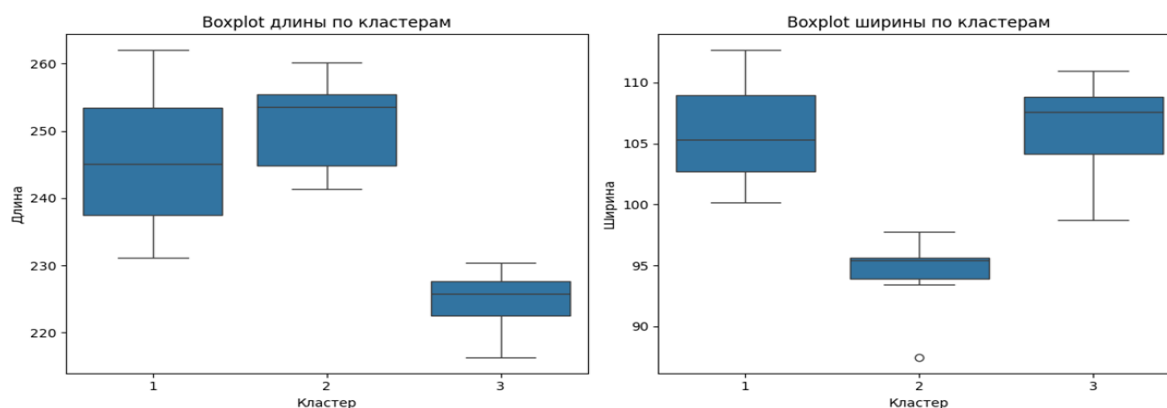
Результаты исследований показали, что прижизненная диагностика нематодиреллеза у лося сопряжена с существенными методологическими ограничениями, к которым можно отнести: сложность регулярного отбора проб, особенно в летний период времени и

невозможность точного определения сроков выделения фекалий, собранных в биотопе, что ставит под сомнение объективность овоскопии из-за риска выхода личинок. В связи с этим обязательным компонентом комплексного копрологического исследования является лярвоскопия. При этом для эффективного выделения инвазионных личинок нематодирелл требуется более длительный, чем для других стронгилят период культивирования проб при комнатной температуре.

Стоит также учитывать сезонную динамику нематодиреллеза у лосей – согласно литературным данным, максимальное выделение яиц и личинок наблюдается в зимний сезон. Исследования фекалий лосей с Бебжанских болот (Польша) свидетельствуют о том, что распространенность *N. alcidis* была значительно ниже в период вегетации, особенно с мая по сентябрь, и снижалась по мере повышения среднемесячной температуры. Яйца нематодирелл крайне устойчивы к замораживанию, но чувствительны к высоким температурам [9].

По результатам овоскопии был проведен морфометрический анализ 60 яиц нематодирелл. Яйца *Nematodirella* spp. крупные (длина 216,3-262,1 мкм, ширина 87,4-112,7 мкм), эллипсовидной формы, с шарами дробления. Средняя длина яиц составляет $239,7 \pm 12,2$ мкм, ширина – $104,9 \pm 5,35$ мкм.

Морфометрическое исследование (измерение длины и ширины) яиц нематодирелл, выделенных от лосей, позволило идентифицировать три морфотипа, формирующих самостоятельные кластеры на диаграмме рассеяния: (1) яйца со средними значениями обоих признаков, (2) удлинённые яйца с малой шириной, (3) короткие и широкие яйца (см. рисунок). Выявленная полиморфность может указывать на наличие у лося паразитирования нескольких видов нематод рода *Nematodirella*, что согласуется с литературными данными [4, 5]. Для однозначного подтверждения видовой принадлежности выявленных морфотипов необходимы дополнительные сравнительные исследования с привлечением генетических методов.



Морфотипы яиц *Nematodirella* sp., разделенные на кластеры

Яйца нематодир в отличие от яиц нематодирелл, характеризуются меньшими размерами (длина 220-230 мкм; ширина 110-130 мкм) [10] и вытянутую по полюсам оболочку.

Морфометрические характеристики инвазионных личинок нематодирелл представлены в таблице.

Инвазионные личинки нематодирелл (L3) имеют тонкое нитевидное тело, заключенное в чехлик. Головной конец чехлика, округлен; пищевод филариевидный. За пищеводом располагается кишечная трубка, состоящая из 8 крупных кишечных клеток, расположенных в один ряд. Хвостовой конец тела заканчивается закругленным кончиком, имеющим расщепления на 3 закругленных отростка. Полученные результаты исследования согласуются с данными зарубежных ученых [7].

Морфометрические характеристики инвазионных личинок нематодирелл лося (n = 36)

Параметр	Среднее значение, мкм	Минимальное (min) и максимальное значение (max), мкм
Общая длина личинки	1606,15±8,2	1497,55-1694,3
Ширина личинки	29,9±0,25	27,35-33,9
Длина тела	1102,4±6,4	1013,8-1172,8
Длина хвостового чехлика	506,0±4,9	426,4-555,2
Длина пищевода	242,6±1,5	224,7-260,4
Длина кишечника	713,45±5,1	648,4-753,0

Таким образом, эффективный прижизненный мониторинг нематодиреллеза лося в природных популяциях, ограниченный сложностью планового отбора материала, требует комплексной диагностики с учетом сезонности взятия проб фекалий и сроков их культивирования. Базовым диагностическим подходом является копрологическое исследование, сочетающие овоскопические и лярвоскопические методы. Необходимым условием достоверной дифференциальной диагностики служит анализ морфометрических характеристик расселительных форм нематодирелл.

Список литературы

1. Самойловская Н.А. Зараженность лосей национального парка «Лосиный остров» паразитами // Российский паразитологический журнал. - 2008. - С. 29–32.
2. Filip-Hutsch K., Czopowicz M., Barc A., Demiaszkiewicz A.W. Gastrointestinal helminthes of European Moose population in Poland // Pathogens. - 2021. - Vol. 10. - No. 4. P. 456.
3. Кузнецов Д.Н. Результаты исследования видового состава гастроинтестинальных нематод косули в Рязанской области // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. - 2013. - № 14. - С. 204-207.
4. Loginova O.A., Akulova S.V., Egorov D.N. et al. Coprological Survey of Helminths in Reindeer (*Rangifer tarandus*) in 50 Selected Zoos and Menageries in Russia // J. Zool. Bot. Gard. – 2024. – No. 5. - P. 492-506.
5. Lichtenfels J.R., Pilitt P.A. Cuticular ridge patterns of Nematodirella (Nematoda: Trichostrongyloidea) of North American ruminants, with a key to species // Syst Parasitol. - 1983. – Vol. 5. – P. 271–285.
6. Knoll S., Dessì G., Tamponi C. et al. Practical guide for microscopic identification of infectious gastrointestinal nematode larvae in sheep from Sardinia, Italy, backed by molecular analysis // Parasites Vectors. - 2021. – Vol. 14. - P. 505.
7. Fruetel, Michael, Lankester, Murray. (). Gastrointestinal helminths of woodland and barren ground caribou (*Rangifer tarandus*) in Canada, with keys to species // Canadian Journal of Zoology. - 2011. DOI: 10.1139/z89-318.
8. Дифференциальная диагностика гельминтозов по морфологической структуре яиц и личинок возбудителей: атлас / А.А. Черепанов, А.С. Москвин, Г.А. Котельников, В.М. Хренов. - М.: Колос, 2001. - 76 с.
9. Filip-Hutsch, Katarzyna et al. Patterns of parasite eggs, oocysts and larvae shedding by moose in the Biebrza marshland (NE Poland) // International journal for parasitology. Parasites and wildlife. - 2020. - Vol. 11. - P. 191-197.
10. Самойловская Н.А., Горохов В.В. Методы эпизоотологического обследования на стронгилятозы лосей на особо охраняемых природных территориях: метод. пособие. - М.: ВИГИС, 2011. - 31 с.

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОБИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ТЕЛЯТ ПРИ СНИЖЕНИИ АБИОГЕННОЙ «АГРЕССИВНОСТИ» ГАЗОВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ТЕЛЯТНИКА

Степанова К.В., канд. биол. наук

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния улучшения газовой среды в телятнике на морфобиохимические показатели крови телят. Целью работы была оценка эффективности применения композиции симбиотических микробных культур, вносимых в подстилочный материал, для снижения концентрации аммиака и изучения отклика организма животных. Эксперимент проводился на двух группах телят в условиях «холодного» метода выращивания. Установлено, что применение микробных культур привело к снижению концентрации аммиака во вдыхаемом воздухе более чем в два раза к 60-му дню эксперимента. Это сопровождалось увеличением количества эритроцитов на 40,3% и гемоглобина на 12,4%, снижением лейкоцитоза и скорости оседания эритроцитов. В лейкоцитарной формуле отмечено уменьшение доли палочкоядерных нейтрофилов и увеличение лимфоцитов, что свидетельствует о снижении интоксикации и воспалительного процесса, а также об активации иммунного ответа. Биохимические показатели у телят опытной группы также нормализовались, указывая на улучшение белковосинтетической функции печени и водно-солевого баланса. В контрольной группе, напротив, наблюдалось ухудшение показателей, характерное для хронической интоксикации и развития респираторной патологии.

Ключевые слова: телята, микроклимат, аммиак, газовоздушная среда, симбиотические микроорганизмы, подстилочный материал, морфобиохимические показатели крови

Интенсивное и неконтролируемое поступление животных из многих источников создает риск заноса возбудителей инфекционных болезней, влияющих на экономические показатели животноводства. Также одной из главных задач интенсификации животноводства выступает возможность увеличить эффективность работы сельскохозяйственных предприятий, что в перспективе приведет к увеличению их конкурентоспособности как на отечественном, так и на мировом рынках [1-4].

При этом прогнозируется сокращение удельного веса зарубежной продукции животноводства на отечественном рынке. На развитие и результативность производства сельскохозяйственных предприятий большое воздействие оказывают быстрая реализация продукции животноводства и получаемые при этом экономические плюсы.

Вся технолого-экономическая схема реализации продукта, произведенной сельскохозяйственным предприятием, выступает важнейшей составляющей в его работе, поскольку совершая кругооборот средств компании и технологических возможностей компании, она дает возможность не только компенсировать расходы, но и выполнить общий государственный план [5, 6]. В противном случае при «наслоении» нескольких факторов если не будет выполнена своевременная и эффективная реализация, то достаточно трудно увеличить производство продукции. Однако трудно реализовать все эти условия при возникновении падежа среди поголовья, племенного брака, аборт, прохолостов и некачественной животноводческой продукции. В свою очередь, на качество продукции прямым образом влияют возникающие заболевания, как то респираторные болезни молодняка сельскохозяйственных животных различной этиологии [7-10]. В этиологии

респираторных заболеваний большое значение имеют грубые нарушения зоогигиенических и санитарных условий содержания: высокая влажность и микробная загрязненность помещения и газовоздушной среды, сквозняки, повышенное содержание аммиака, углекислого газа, сероводорода, переохлаждение и перегревание организма.

Обоснованно многие ученые полагают, что нарушения микроклиматических параметров являются базой для сниженной адаптации организма животных к условиям внешней среды, к агрессивным стресс-факторам, воздействующим на иммунную систему животных, что приводит к нарушению барьерной функции легких, быстрому размножению микрофлоры в слизистой оболочке верхних и нижних дыхательных путей, развитию экссудативных процессов и лейкоцитарной реакции.

Цель исследования – изучение морфобиохимических показателей крови телят при снижении абиогенной «агрессивности» газовоздушной среды телятника.

Исследования проводились в хозяйствах Южного Урала и Зауралья при выращивании телят. Для осуществления способа нарушения цикла мочевины были взяты 2 группы животных опытных животных и 2 группы контрольных животных, отобранных аналогичным образом в количестве 5 голов в каждой группе. Во всех группах применялся «холодный» метод выращивания, который по мнению многих авторов снижает, но не исключает полную выделяемость аммиака в окружающий воздух.

Для получения общей картины эффективности снижения абиогенной «агрессивности» газовоздушной среды телятника были проведены исследования морфобиохимических показателей крови телят, которые отражают функциональные изменения в картине крови при снижении интоксикации аммиаком.

Таблица 1

Морфологическая картина крови телят (фоновые показатели)

Группа животных	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/ч
Опытная	$9,12 \pm 0,23$	$6,65 \pm 0,17$	$106,8 \pm 4,36$	$2,3 \pm 1,21$
Контрольная	$9,29 \pm 0,56$	$6,52 \pm 0,23$	$106,3 \pm 0,58$	$2,4 \pm 1,23$

Таблица 2

Морфологическая картина крови телят (через 60 дней эксперимента)

Группа животных	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/ч
Опытная	$6,65 \pm 1,7$	$7,79 \pm 0,43$	$123,3 \pm 0,12$	$2,1 \pm 1,22$
Контрольная	$9,69 \pm 0,33$	$6,05 \pm 0,69$	$109,6 \pm 2,96$	$3,3 \pm 1,21$

По данным таблицы гематологические показатели в первый день исследования были тождественны друг к другу, это говорит о значительном совпадении в клиническом статусе телят. Это свидетельствует также о наличии хронической интоксикации организма телят, активном развитии в организме телят патологических процессов, которые проходят с воспалительной реакцией, изменении количества клеток крови, гемоглобина, а также скорости оседания эритроцитов. После применения культур симбиотических микроорганизмов, динамика повышения гемоглобина и количества эритроцитов говорит о нормализации эритропоэза, вследствие улучшения транспортной функции крови, за счет баланса в газообмене. Увеличение скорости оседания эритроцитов является одним из значительных показателей развития патологии респираторного тракта. В исследовании у контрольной группы телят установлено увеличение СОЭ в 0,5-1,5 раз в сравнении с показателями у опытной группы телят. Повышение гемоглобина отмечалось в среднем на 12,4 % по отношению к контрольным цифрам, количество эритроцитов в крови опытных телят увеличилось после применения культур симбиотических микроорганизмов на 40,3 %, при этом снижение эритроцитов в контрольной группе телят составило в среднем 2,8 %, а повышение лейкоцитов - 25,8%.

Из данных таблицы видно, что в лейкограмме контрольной группы телят по сравнению с опытной группой происходят увеличение количества базофилов и

палочкоядерных нейтрофилов на 5,0 и 10,0% в среднем, а также незначительное снижение количества лимфоцитов и моноцитов на 9,8%.

Таблица 3

Лейкоцитарный профиль телят (фоновые показатели)

Группа животных	Б	Э	Нейтрофилы			Лимфоциты	Моноциты
			П.я	С.я	Ю		
Опытная	1,5±0,5	6,9±0,2	10,4±0,6	19,9±1,2	-	58,5±3,0	2,8±0,1
Контрольная	1,5±0,5	6,8±0,3	10,3±0,5	19,9±0,6	-	58,7±2,0	2,8±0,5

Эти изменения лейкограммы характерны для животных с первичным иммунодефицитом и сниженной антитоксической функцией.

Таблица 4

Лейкоцитарный профиль крови телят (через 60 дней эксперимента)

Группа животных	Б	Э	Нейтрофилы			Лимфоциты	Моноциты
			П.я	С.я	Ю		
Контрольная	2,0±0,5	7,0±0,1	11,0±0,5	21,9±0,5	-	55,2±1,8	2,9±0,1
Опытная	0,5±0,5	5,6±0,1	8,6±0,5	15,0±0,4	-	67,0±1,8	3,3±0,1

При этом стоит отметить, что в первый день опыта морфологические особенности лейкоцитов у опытной и контрольной группы были практически схожи. При исследовании лейкоцитарного профиля в опытной группе животных на 60-й день опыта наблюдается изменение морфологии клеток: исчезли базофильные клетки, снизилось количество палочкоядерных клеток в среднем на 9,6%. Это характеризует физиологическую норму по отношению к контрольным цифрам, т.е. отсутствие острого воспалительного процесса в организме, увеличение лимфоцитов в среднем на 8,2% к первичным цифрам, отмечает развитие иммунного ответа у телят опытной группы. При анализе полученных данных биохимического исследования сыворотки крови телят опытной и контрольной группы были выявлены изменения характерные для патологического процесса в респираторном тракте телят как контрольной, так и опытной группы. Так, повышение глобулинов в сыворотке крови на $22,3 \pm 1,21\%$ относительно нормы и снижение альбуминов на $11,2 \pm 1,21\%$, т.е. диспротеинемия, свидетельствует о возникновении и развитии воспалительного процесса в легких у телят контрольной группы, вызванная дисфункцией органов синтезирующих белки, в основном патология печени развивается вторично на фоне патологии верхних и нижних дыхательных путей (бронхопневмонии).

Таблица 5

Биохимические показатели крови телят в течение опыта

Наименование элементов	Группа животных			
	контрольная		опытная	
	фон	60-й день	фон	60-й день
Общий белок: сухое вещество % белка	4,44±0,63	9,99±0,63	5,01±0,11	10,21±0,11
	2,17±0,01	5,87±0,15	3,41±0,93	6,33±0,42
Альбумины, %	55,04±1,11	39,94±1,15	51,51±1,22	40,31±1,22
Холестерин, Ммоль/л	8,83±0,05	2,53±0,05	9,12±0,02	2,52±0,02
Креатинин, Мкмоль/л	96,21±1,35	86,12±1,37	94,51±1,22	82,82±1,24
Щелочной резерв, об. CO ₂	39,51±1,01	32,21±1,08	38,23±1,21	34,33±1,24

Основные функции альбумина – это обеспечение коллоидно-осмотического давления, транспортировка ионов кальция и магния.

В контрольной группе телят наблюдалось снижение альбумина в сыворотке крови в среднем на 3,9% по отношению к нормативным данным, что обуславливает нарушения в выделительной системе. При снижении синтеза альбумина, снижается и его транспортная

функция. При этом увеличивается содержание токсинов микроорганизмов эндогенного и экзогенного происхождения в органах и тканях, дополнительно увеличивая интоксикацию организма теленка и увеличивая его восприимчивость к инфекционным болезням, в том числе к респираторным болезням, имеющим инфекционное происхождение.

После истечения 60 дней опыта отмечены количественные и качественные изменения биохимических показателей сыворотки крови опытной группы телят в положительную сторону. Снизился щелочной резерв крови через 60 дней примерно на 6-8%, что свидетельствует о нормализации водно-солевого баланса в организме телят.

Разработанный нами способ снижения «агрессивности» газовой среды в отношении концентраций аммиака во вдыхаемом воздухе с применением симбиотических культур микроорганизмов, вносимых в подстилочный материал в клетках телятника позволил количественно снизить выделение аммиака из подстилочного материала, используемого для телят. В первой опытной группе телят произошло снижение концентрации аммиака во вдыхаемом воздухе через 30 дней после внесения препарата более, чем на 50% относительно начала опыта, а на 60-е сутки отмечалось снижение концентрации аммиака более чем в два раза относительно первого дня исследований. Также после применения культур микроорганизмов через 30 дней динамика повышения гемоглобина и количества эритроцитов указала на нормализацию эритропоэза, вследствие улучшения транспортной функции крови, за счет баланса в газообмене при этом снижение количества эритроцитов и гемоглобина в контрольной группе телят обусловлено нарушениями газообмена в тканях и органах, усиливающейся гипоксией, а значит и усиливающейся интоксикации организма телят контрольной группы. При исследовании лейкоцитарного профиля в опытной группе животных наблюдалось изменение морфологии клеток: исчезли базофильные клетки, снизилось количество палочкоядерных клеток. Это характеризует физиологическую норму по отношению к контрольным цифрам, т.е. отсутствие интоксикации и острого воспалительного процесса в организме теленка, увеличение лимфоцитов в среднем отмечает развитие иммунного ответа у телят опытной группы. Также снизился щелочной резерв крови, что свидетельствует о нормализации водно-солевого баланса в организме телят.

Список литературы

1. Барзанова Е.Н. Влияние газовой среды производственного помещения свиноводческого комплекса на естественную резистентность свиней // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1 (111). – С. 183-188.
2. Барзанова Е.Н. Влияние экологических факторов окружающей среды на санитарно-гигиенические показатели свинины // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 250-253.
3. Барзанова Е.Н. Изучение зависимости газового состава и биологического аэрозоля в воздухе животноводческого помещения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 308-311.
4. Захаровский Г.В., Семенов В.Г. К проблеме становления неспецифической резистентности и раскрытия биопотенциала телят // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2025. – Вып. 27. – С. 504-509.
5. Степанова К.В. Анализ мероприятий по профилактике инфекционных болезней животных // Актуальные вопросы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Научная библиотека, 2024.

– С. 276-280.

6. Степанова К.В., Абдыраманова Т.Д. Влияние деструкторов навоза на концентрации токсичных газов // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 389-392.

7. Степанова К.В., Щербаков П.Н. Влияние микробных симбионтов на общее микробное число воздуха в свиноводческих помещениях // Актуальные вопросы развития науки и технологий: сб. ст. молодых учёных. – Караваево: Костромская ГСХА, 2024. – С. 365-371.

8. Степанова К.В., Наумова О.В., Абдыраманова Т.Д. Лечение телят, больных катаральной бронхопневмонией // Теория и практика клинической биохимии и лабораторной диагностики: материалы междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2024. – С. 113-115.

9. Щербаков П.Н., Степанова К.В. Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных при применении культур симбионтов // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 409-412.

<https://doi.org/10.26898/2026-278>

УДК 619:579.852.13:636.22/.28(571.1/.5)

РАЗНООБРАЗИЕ ВИДОВ БАКТЕРИЙ РОДА *CLOSTRIDIUM*, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СИБИРИ, И ОЦЕНКА ИХ ТОКСИГЕННЫХ СВОЙСТВ

Судоргина Т.Е., канд. вет. наук, с.н.с.,

Нефедченко А.В., д-р вет. наук, в.н.с.,

Глотова Т.И., д-р биол. наук, проф., г.н.с.,

Глотов А.Г., д-р вет. наук, проф., чл.-кор. РАН, г.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: sudorginate@sfscs.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения видового разнообразия бактерий рода *Clostridium*, которые были выделены в период с 2023 по 2025 г. из проб биологического материала от крупного рогатого скота, поступивших из животноводческих хозяйств Сибири. Бактериологические исследования проб биоматериала показали, что основными видами бактерий, принимающих участие в возникновении заболеваний у сельскохозяйственных животных, являются виды: *Clostridium perfringens*, *Clostridium septicum*, *Clostridium histolyticum* и *Clostridium sordellii*. В некоторых случаях другие виды клостридий могут играть ведущую роль в развитии болезни и проявлении разных клинических ее форм. Анализ результатов бактериологического и биохимического исследований выявил следующие виды бактерий: *Clostridium perfringens* (13), *Clostridium histolyticum* (11), *Clostridium septicum* (8), *Clostridium sordelli* (3), *Clostridium sporogenes* (2) и *Clostridium novyi* тип А (3). Установили, что 5 изолятов *Clostridium perfringens*, по 2 – *Clostridium septicum* и *Clostridium sordelli*, один изолят *Clostridium sporogenes* являлись высокотоксигенными для беспородных белых мышей. Они были изолированы из проб биологического материала, отобранных от коров с септической формой инфекции, а остальные изоляты клостридий считались слаботоксигенными или нетоксигенными.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, клостридиоз, анаэробные бактерии, биологическая проба, токсины

В последние годы многие ученые уделяют большое внимание изучению распространения спорообразующих анаэробных бактерий как во внешней среде, так и среди разных видов сельскохозяйственных животных и птицы, определению их токсигенных свойств, антибиотикорезистентности и роли в развитии и распространении различного рода патологических состояний у животных. Одними из важных представителей этой группы бактерий являются представители рода *Clostridium*. Они могут присутствовать в почве, воде, кормах разного вида (силос, сенаж, кормосмеси), продуктах разложения (гниения) белковых веществ. Для крупного рогатого скота (КРС) особую роль играют следующие виды: *Clostridium chauvoei*, *Clostridium septicum*, *Clostridium sordellii*, *Clostridium haemolyticum*, *Clostridium novyi*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium histolyticum*, которые способны вызывать у них развитие разных клинических форм патологий, активно вырабатывая в организме токсины [1-3].

Бактериологически метод исследования на протяжении многих лет был и остается основополагающим при установлении диагноза на многие распространенные среди крупного рогатого скота инфекционные заболевания. Он сопряжен всегда с использованием селективных питательных сред для изоляции возбудителя и необходимостью изучения биохимических свойств у полученных изолятов для их видовой идентификации. В последние годы были разработаны специальные наборы для проведения этих исследований [4]. Бактериологический и биохимический методы отличаются трудоемкостью процедуры, длительностью исследования, обусловленной необходимостью получения чистой бактериальной культуры. Его результаты всегда требуют проведения дополнительных исследований на беспородных белых мышах с целью подтверждения их этиологического значения в проявлении клинических признаков заболеваний у КРС.

Из-за большой вариабельности клинических проявлений болезней, вызываемых *Clostridium perfringens* у крупного рогатого скота, выделение бактерий и определение у них токсигенных свойств является обязательным условием для определения этиологической структуры возбудителей клостридиозов у крупного рогатого скота и других видов сельскохозяйственных животных и птицы [5, 6].

Цель работы – определить этиологическое значение клостридий в возникновении различных клинических форм патологий у крупного рогатого скота, основываясь на результатах изучения токсигенных свойств полученных изолятов бактерий рода *Clostridium*.

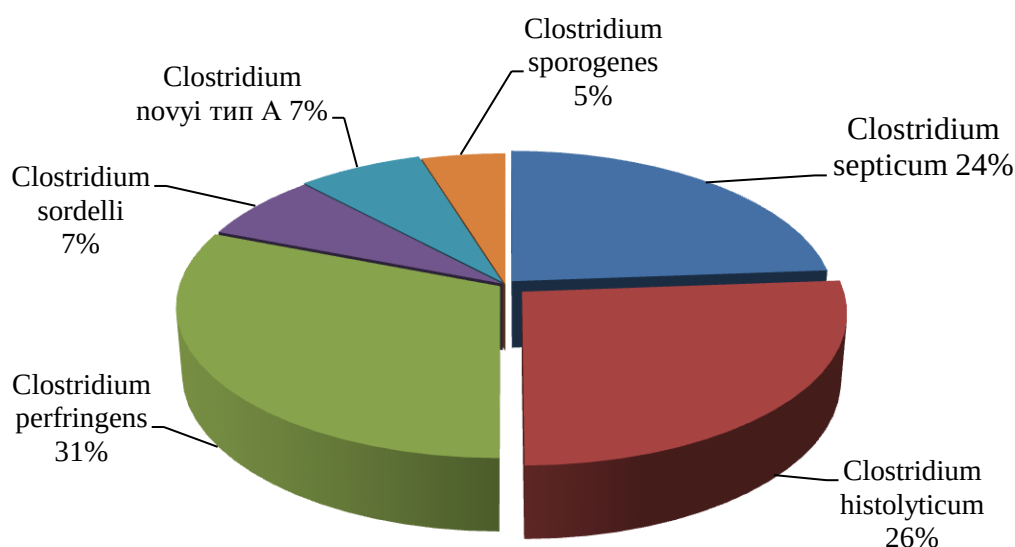
Данные исследования проведены в 2023-2025 гг. на базе лаборатории биотехнологии – диагностического центра Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (ИЭВСиДВ) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

Для выполнения данной работы произвели отбор проб биологического материала (кусочки печени, сычуга и рубца, содержимое тонкого и толстого отделов кишечника, брыжеечные лимфатические узлы, фрагменты пораженных мышц) от крупного рогатого скота с разными клиническими формами заболеваний разного возраста (от коров, нетелей, телят от одного до 6 мес). Кроме того, отобрали пробы вагинальных смывов от коров с некротическими формами эндометрита или вагинита.

С целью повышения эффективности бактериологических исследований пробы биологического материала отбирали в максимально короткий срок после гибели животных. Доставка их в лабораторию осуществлялась в течение 4-12 часов после отбора в термосе со льдом, при однократной их заморозке без оттаивания.

Изоляты бактерий рода *Clostridium* получали в процессе культивирования проб биологического материала от павших или вынужденно убитых животных, согласно

ГОСТ 26503-85 «Методы лабораторной диагностики клостридиозов». Бактерии культивировали на среде Китт-Тароцци в стеклянных пробирках под вазелиновым маслом в термостате в течение 24-48 часов при температуре 37 °С и на агаре Шедлера при температуре 37 °С в микроанаэроостате с газогенерируемыми пакетами. Видовую идентификацию изолятов проводили бактериологическим и биохимическим методом с использованием набора АНАЭРОтест 23. Токсигенные свойства изолятов бактерий рода *Clostridium* определяли на беспородных белых мышах массой тела 18–20 г.



Видовое разнообразие бактерий рода *Clostridium*, выделенных от крупного рогатого скота

Таким образом, бактериологические исследования проб биоматериала показали, что основными видами бактерий рода *Clostridium*, принимающих участие в возникновении заболеваний у крупного рогатого скота являются виды: *Clostridium perfringens* (31%), *Clostridium septicum* (24%), *Clostridium histolyticum* (26%) и *Clostridium sordelli* (7%), реже – *Clostridium sordelli* (7%), *Clostridium novyi* типа А (7%) и *Clostridium sporogenes* (5%) (см. рисунок).

Анализ результатов бактериологического и биохимического исследований выявил следующие виды бактерий: *Clostridium perfringens* (13 изолятов), *Clostridium histolyticum* (11), *Clostridium septicum* (8), *Clostridium sordelli* (3), *Clostridium sporogenes* (2) и *Clostridium novyi* тип А (3).

При изучении токсигенных свойств бактерий рода *Clostridium* высокотоксигенными считались изоляты, которые вызывали гибель животных в течение 24 часов наблюдения, а слаботоксигенными - через 48 часов. В случае гибели мышей через 72 часа и более, проводили бактериологическое исследование с целью исключения сопутствующих инфекций и выделенные изоляты считались нетоксигенными (см. таблицу).

Согласно полученным результатам выявлено: пять высокотоксигенных изолятов *Clostridium perfringens* и 14 слаботоксигенных изолятов. Два изолята *Clostridium septicum* и два *Clostridium sordelli* были высокотоксигенными, а пять слаботоксигенными. Нетоксигенными являлись два изолята *Clostridium histolyticum* и *Clostridium novyi* (типа А). Только один изолят *Clostridium sporogenes* был высокотоксигенным для беспородных белых мышей.

Оценка токсигенных свойств бактерий рода *Clostridium* на беспородных белых мышах (n = 40)

Вид бактерии	Всего изолятов	Количество изолятов, % от числа исследованных		
		Высоко- токсигенные	Слабо- токсигенные	Нетоксигенные
<i>Clostridium perfringens</i>	19	5/12,5	14/35	0
<i>Clostridium septicum</i>	7	2/5	5/12,5	0
<i>Clostridium sordelli</i>	6	2/5	5/12,5	0
<i>Clostridium sporogenes</i>	1	1/2,5	0	0
<i>Clostridium histolyticum</i>	3	0	1/2,5	2/5
<i>Clostridium novyi</i> (тип А)	3	0	1/2,5	2/5

Установлено, что бактерий рода *Clostridium* могут играть ведущую роль в развитии болезни и в возникновении различных клинических форм у крупного рогатого скота. Установили, что высокотоксигенные изоляты *Clostridium perfringens*, *Clostridium septicum* и *Clostridium sordelli* были выделены из проб биологического материала, отобранных от коров с септической формой инфекции, а остальные изоляты клостридий считались слабо-токсигенными или нетоксигенными.

Таким образом, определение токсигенных свойств клостридий является обязательным при установлении диагноза и позволит улучшить методы лечения и профилактики заболеваний, вызываемых бактериями рода *Clostridium*.

Список литературы

1. Безбородова Н.А., Шилова Е.Н., Соколова О.В., Томских О.Г., Кожуховская В.В. Видовое разнообразие изолятов бактерий рода *Clostridium*, циркулирующих на молочных комплексах Свердловской области // Ветеринария. – 2024. – № 7. – С. 13-20.
2. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 3: The Firmicutes. - 2nd Ed. - New York: Springer-Verlag, 2009. – P. 1309-1329. DOI: 10.1007/978-0-387-68489-5_2.
3. Uzal A., Songer J.G. Clostridial Diseases. – 2019. – P. 792 – 806. DOI: 10.1002/9781119350927.ch512.
4. Нефедченко А.В., Глотова Т.И., Судоргина Т.Е. Видовой состав и токсигенные свойства клостридий крупного рогатого скота в Западно-Сибирском регионе и разработка тест-системы для их выявления // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Тарнуева Ю.А. – Улан-Удэ, 2024. – С. 145-151.
5. Судоргина Т.Е., Глотова Т.И., Нефедченко А.В., Котенева С.В., Велькер Д.А., Глов А.Г. Частота выделения бактерий *Clostridium* spp. и их ассоциаций при различных формах клостридиоза крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 54 (3). – С. 55-62. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-3-6.
6. Rogers A.P., Mileto S.J., Lyras D. Impact of enteric bacterial infections at and beyond the epithelial barrier // Nat Rev Microbiol. – 2023. – Vol. 21 (4). – P. 260–274. DOI: 10.1038/s41579-022-00794-x.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ МИКОПЛАЗМОЗА У КОШЕК

Тимофеева Д.И., студент

Научный руководитель – Романов А.А., канд. вет. наук

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В статье приведены данные сравнительного исследования эффективности схем терапии микоплазмоза у кошек. Проведён анализ динамики клинических признаков, оценка лечебного ответа и скорости регресса симптомов. Показано, что схема лечения с применением азитромицина обеспечивает более быстрое прекращение респираторных и офтальмологических проявлений заболевания.

Ключевые слова: микоплазмоз, кошки, респираторный синдром, респираторные инфекции, антибиотики, сравнение схем лечения

В последние десятилетия микоплазмоз кошек остаётся одной из наиболее распространённых инфекционных патологий респираторного и офтальмологического профиля в ветеринарной практике. В патогенезе инфекционных заболеваний у кошек значительную роль играют микоплазмы – микроорганизмы, принадлежащие к семейству *Mycoplasmataceae* и роду *Mycoplasma*. Наиболее распространёнными патогенами, вызывающими заболевания у представителей семейства кошачьих, являются *Mycoplasma felis* и *Mycoplasma gatae*, представляющие собой облигатные внутриклеточные патогены, что значительно усложняет их диагностику и определение их патогенетической роли [1, 2]. Данное заболевание вызывает значительные сложности в диагностике и лечении, поскольку микоплазмы представляют собой уникальный класс микроорганизмов: они лишены клеточной стенки, обладают высокой пластичностью и способны длительно персистировать в организме хозяина, вызывая хронические или рецидивирующие формы болезни [3]. В частности, они могут вызывать такие заболевания, как конъюнктивиты, риниты, бронхопневмонии и системные инфекции, особенно у особей с ослабленным иммунитетом, находящихся в состоянии стресса или имеющих сопутствующие заболевания. Распространённость микоплазмоза в популяции кошек достигает, по разным данным, 25–45 %, а среди животных, поступающих в ветеринарные клиники с признаками респираторных заболеваний, микоплазмы выявляют в 60–70 % случаев [2]. Особую обеспокоенность вызывает высокая восприимчивость к микоплазмозу молодых животных, у которых иммунная система ещё не сформирована полностью. Это приводит к тому, что микоплазмоз может быстро распространяться воздушно-капельным путём и вызывать тяжёлые клинические проявления, требующие своевременного и адекватного лечения. Для более детального изучения данной проблемы необходимо проводить дальнейшие исследования, направленные на изучение механизмов патогенеза микоплазмоза, а также на разработку эффективных методов диагностики и лечения данного заболевания.

Проблема лечения микоплазмоза осложняется повышенной устойчивостью микоплазм к широкому спектру антибактериальных препаратов, особенно к β -лактамам, что требует грамотного подбора антибиотикотерапии. В ветеринарной практике наибольшее применение получили тетрациклины (доксициклин) и макролиды (азитромицин), однако сравнительная оценка их эффективности остаётся актуальным вопросом современной инфекционной патологии мелких домашних животных [4]. Экономические потери связаны не только с расходами на лечение, но и с утратой племенной ценности животных в

питомниках, а также обеспокоенность владельцев. Поэтому разработка и сравнительный анализ эффективных методов терапии микоплазмоза остаются важными задачами современной ветеринарной медицины.

Цель исследования – провести сравнительную оценку эффективности различных схем лечения и скорости регресса основных симптомов микоплазмоза у кошек.

Работа выполнена на базе ОГБУ «Магнитогорская ветеринарная станция по борьбе с болезнями животных» а также на кафедре инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет. Объектом исследования послужили 6 кошек в возрасте от 3 месяцев до 2 лет, поступивших в клинику с клиническими признаками респираторной инфекции и конъюнктивита. Для постановки диагноза использовались данные анамнеза, клинического осмотра и лабораторной диагностики, включая ПЦР-исследование смывов с конъюнктивы и слизистой оболочки носоглотки на наличие *Mycoplasma felis*. Животные с хронической почечной недостаточностью были исключены из исследования.

Животные были разделены на две группы по три особи в каждой. Клинические признаки у всех кошек были сходными: серозные истечения из глаз и носовых ходов, гиперемия конъюнктивы, чихание, умеренная вялость, у части животных – кашель.

Лечение включало комплексный подход, состоящий из нескольких ключевых компонентов:

1. Антибактериальная терапия, направленная на эрадикацию патогенных микроорганизмов и предотвращение их дальнейшего распространения.
2. Местная терапия, включающая топическое применение лекарственных средств для обработки глаз и носовых ходов с целью минимизации локальных проявлений инфекции.
3. Иммуномодулирующая терапия, целью которой было восстановление и коррекция иммунного ответа организма, что способствовало более эффективному контролю инфекционного процесса.
4. Симптоматическая терапия, применяемая при наличии соответствующих клинических показаний для устранения отдельных симптомов и улучшения общего состояния пациента.

Основным отличием между применяемыми схемами лечения являлось использование различных системных антибактериальных препаратов. В первой группе пациентов было назначено лечение доксициклином, тогда как во второй группе применялся азитромицин, что позволило провести сравнительный анализ их эффективности и безопасности (табл. 1).

Таблица 1

Схемы лечения кошек, больных микоплазмозом

Лекарственный препарат	Способ введения, кратность, дозировка	Группа 1	Группа 2
Доксициклин	Внутрь, 1 р/сут, 10 мг/кг, 14 дней	+	-
Азитромицин	Внутрь, 1 р/сут, 10 мг/кг, 7 дней	-	+
Ципровет (глазные капли)	Инстилляцией в конъюнктивальный мешок, 3-4 р/день, 7-10 дней	+	+
Физраствор	Санация носовых ходов, 2 р/день, 7-10 дней	+	+
Гамавит	п/к, 1 р/день, 0,5 мл/кг, 7 дней	+	+
Раствор Рингера – Локка	п/к или в/в, 1 р/день, 50-100 мл, по показаниям	+	+

Клиническая динамика у животных из обеих групп демонстрировала значительные различия, что позволило провести детальный анализ динамики ключевых симптомов.

Для объективной оценки динамики применена 3-балльная шкала выраженности симптомов (табл. 2):

3 балла – сильные выделения, выраженный конъюнктивит;

2 балла – умеренные симптомы;
1 балл – слабовыраженные проявления;
0 баллов – отсутствие симптомов.

Таблица 2

Динамика регресса клинических симптомов

День	Группа 1	Группа 2
1	3	3
2	2,8	2,5
3	2,4	1,8
4	2	1,2
5	1,5	0,6
6	1	0,2
7	0,5	0
8	0,2	0
9	0	0

У животных, отнесенных ко 2-й группе и получавших азитромицин, динамика улучшения состояния характеризовалась более высокой скоростью по сравнению с другими группами. К пятому дню терапии наблюдалось значительное снижение выделения секрета из глаз и носовых ходов. В 1-й группе, где в качестве терапевтического агента применялся доксициклин, регресс симптоматики происходил более медленно, особенно в отношении назальных истечений.

В контексте клинического выздоровления, группа, получавшая азитромицин, демонстрировала положительную динамику в среднем на седьмой день терапевтического курса. В группе, подвергавшейся лечению доксициклином, полное исчезновение клинических признаков заболевания регистрировалось на 9-10-й день терапии. Негативные побочные эффекты, связанные с применением антибиотиков, не были выявлены.

Полученные данные согласуются с результатами других исследований, которые подчеркивают высокую эффективность азитромицина против респираторных инфекций, вызванных атипичными микроорганизмами [3, 4]. Ускоренное действие азитромицина, вероятно, связано с его способностью накапливаться в тканях, включая слизистую оболочку дыхательных путей, а также с его длительным эффектом [4]. Доксициклин, антибиотик широкого спектра действия, также продемонстрировал свою эффективность, хотя скорость достижения терапевтического ответа была ниже.

В рамках проведенного исследования была проведена сравнительная оценка двух схем лечения микоплазмоза у кошек. Обе схемы продемонстрировали клиническую эффективность, что выражалось в выздоровлении животных. Однако, схема, основанная на применении азитромицина, показала более высокие результаты.

Анализ данных выявил статистически значимое сокращение времени до исчезновения основных клинических симптомов, таких как конъюнктивит и ринит, при использовании азитромицина. Кроме того, применение этой схемы способствовало сокращению общего срока лечения.

Эти результаты подтверждают целесообразность включения азитромицина в комплексную терапию микоплазмоза у кошек и свидетельствуют о его высокой эффективности в сравнении с альтернативными схемами.

Список литературы

1. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 20 дек. 2024 г. - Новосибирск: Золотой колос, 2024. - С. 1059-1062.

2. Степанова К.В. Анализ мероприятий по профилактике инфекционных болезней животных // Актуальные вопросы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 11–15 нояб. 2024 г. – М.: ИД «Научная библиотека», 2024. – С. 276-280.
3. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск, 2024. – С. 148-152.
4. Харченко А.Д. Применение иммуномодуляторов при вирусных инфекциях плотоядных с поражениями слизистых оболочек // Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса: материалы XX Междунар. молодёж. форума, Благовещенск, 17–20 июня 2024 г. – Благовещенск, 2024. – С. 68-75.

<https://doi.org/10.26898/2026-280>
УДК 636.619

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНЫХ СХЕМ ТЕРАПИИ СОБАК ПРИ АССОЦИАТИВНЫХ ВИРУСНО-ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЯХ

Третьяков А.М., д-р вет. наук

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири –
филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН,
Чита, Россия

e-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Аннотация. В работе изложены результаты исследований, в сравнительном аспекте эффективности разных схем терапии собак, больных ассоциативной болезнью чума плотоядных + токсокароз. Основными клиническими признаками у больных собак были признаки характерные для чумы плотоядных (кишечная или гастроинтестинальная форма. При гельминтоувоскопии, в пробах кала обнаружены яйца *Toxocara canis*. Собаки первой опытной группы получали комплексную терапию, включающую общеукрепляющие, противовирусные, антибактериальные иммуностимулирующие препараты и антгельминтик диронет 500, все препараты применялись в рекомендованных дозах и кратности применения, антгельминтик диронет 500 скармливали животным однократно. Полное исчезновение клинических признаков болезни, у собак этой группы, наступало в среднем через 12-17 дней. Комплексная терапия собак второй опытной группы с диагнозом чума плотоядных + токсокароз, была аналогичной, что и в первой группе, однако не включала в себя применение антгельминтика. У собак данной группы улучшения наблюдались гораздо позднее, чем в первой группе. Полное исчезновение клинических признаков болезни наступало в среднем через 20-25 дней.

Ключевые слова: собаки, ассоциативные болезни, чума плотоядных, токсокароз, лечение

Введение. Длительное время в ветеринарной науке и практики непродуктивным животным, в частности собакам, отводилось второстепенное значение по сравнению с сельскохозяйственными животными. В то же время нельзя не учитывать, что больные собаки представляют серьезную опасность в медико-ветеринарно-санитарном и социальном отношении. Патология собак включает широкий спектр инфекционных болезней, в т.ч. антропонозных, которые могут быть обусловлены как вирусными, бактериальными и паразитарными агентами [5, 6, 10]. В практической деятельности ветеринарным врачам зачастую приходится сталкиваться с нетипичным проявлением инвазионных болезней, что

чаще всего связано с сочетанным воздействием на макроорганизм нескольких возбудителей болезней одновременно [5, 7].

Результаты научных исследований и практический опыт ветеринарии свидетельствует о том, что в подавляющем большинстве случаев инфекционные болезни, как правило, протекают не как моноинфекции, а в виде ассоциаций и представляют собой паразитоценозы [1-3, 7, 9, 10].

У собак на юге Российской Федерации достаточно часто регистрируются лептоспироз и бабезиоз, при которых развиваются сходные клинические признаки, обусловленные выраженным гемолизом эритроцитов, анемией, поражением печени и почек [7, 9].

При этом лечение больных ассоциативными болезнями животных должно быть комплексным, с учетом всех диагностируемых сочленов ассоциации микроорганизмов, участвующих в патологическом процессе, в том числе направленным на макроорганизм для повышения его резистентности и на микроорганизмы, ослабляя или уничтожая их с учетом эндо- и экзэкологии с целью создания биологического равновесия в системе паразитохозяинных отношений [4, 5, 7, 8].

Цель работы – в сравнительном аспекте изучить эффективность разных схем терапии собак, больных ассоциативной болезнью чума плотоядных + токсокароз.

Материал и методы. Экспериментальные исследования проводились на собаках разных пород и возрастов, принадлежащих жителям г. Чита, обратившихся в ветеринарную клинику НИИВ ВС – филиала СФНЦА РАН.

Клинический осмотр животных проводился по общепринятой методике, термометрия, наблюдение, изучение анамнеза *viva* и анамнеза *morbi*. Всего за период 2022-2023 гг. поступило 98 собак с клиническими признаками чумы. В процессе лабораторного исследования у 52 животных в каловых массах, по методу Дарлинга, были обнаружены яйца *Toxocara canis*.

Диагноз на чуму плотоядных подтверждали с помощью экспресс-теста на антитела к чуме плотоядных Ab. На основании комплексного обследования, включающего в себя клинические, гематологические и копрологические методы исследования, были поставлены следующие диагнозы: ассоциативные болезни, чума собак и токсокароз.

С целью определения наиболее эффективного метода лечения, из числа больных животных, были сформированы две группы собак, по восемь животных в каждой группе, больных ассоциацией чума плотоядных + токсокароз.

Результаты исследований. Подавляющее большинство больных собак (85%) были в возрасте от 2 до 10 месяцев.

Основными клиническими признаками у больных собак были признаки характерные для чумы плотоядных (кишечная или гастроинтестинальная форма):

- температура тела до 40-41 °С;
- гнойно-катаральный конъюнктивит и ринит;
- диарея, каловые массы жидкие, желтого или кирпичного цвета, с неприятным запахом. В испражнениях часто встречались слизь с примесью крови, а также непереваренные частицы корма и тела погибших круглых гельминтов;
- при гельминтооовоскопии, в пробах кала обнаружены яйца *Toxocara canis*.

Как видно из таблицы, собаки первой группы получали комплексную терапию, включающую общеукрепляющие, противовирусные, антибактериальные иммуностимулирующие препараты и антгельминтик диронет 500, все препараты применялись в рекомендованных дозах и кратности применения, антгельминтик диронет 500 скармливали животным однократно.

Схема лечения собак

Группа животных, диагноз	Количество животных	Возраст животных	Комплексная терапия	Сроки полного выздоровления
Первая опытная, чума плотоядных + токсокароз	8	2-10 мес	Р-р глюкозы 5% -доза: в/в 50 мл/кг; Витам - доза: п/к, 3,0-5,0 мл/10кг; Циклоферон - доза: в/м 0,25-0,5 г; Цефтриаксон - доза: в/м 1г; Гамавит форте - доза: в/м 0,5 мл/кг; Диронет 500 в дозе 1 таблетка на 10 кг массы животного или 1 мл суспензии на 1 кг массы животного	12-17 дней
Вторая опытная, чума плотоядных + токсокароз	8	2-10 мес	Р-р глюкозы 5% -доза: в/в 50 мл/кг; Витам - доза: п/к, 3,0-5,0 мл/10кг; Циклоферон - доза: в/м 0,25-0,5 г; Цефтриаксон - доза: в/м 1г; Гамавит форте - доза: в/м 0,5 мл/кг	20-25 дней

У животных в этой группе с первых дней лечения отмечалось снижение температуры тела. В течение 4 дней наблюдалось проявление клинических признаков: слабость, частое мочеиспускание, гнойные истечения из глаз и носовых отверстий, сильная диарея с прожилками крови и слизи, рвота. В последующем, к 10-му дню от начала лечения, состояние больных собак стабилизировалось, наблюдались признаки начала выздоровления: температура тела в пределах физиологической нормы, появился аппетит, каловые массы стали приобретать кашицеобразную консистенцию без примеси крови и слизи. Выделение тел погибших токсокар с каловыми и рвотными массами продолжалось в течение 48 часов после дачи антигельминтика. Полное исчезновение клинических признаков болезни наступало в среднем через 12-17 дней.

Комплексная терапия собак второй опытной группы (см. таблицу) с диагнозом чума плотоядных + токсокароз, была аналогичной, что и в первой группе, однако не включала в себя применение антгельминтика.

В данной группе улучшения наблюдались гораздо позднее чем в первой группе. У животных отмечалось прекращение пенистой рвоты, диареи и проявление аппетита на 14-й день после начала лечения. Полное исчезновение клинических признаков болезни наступало в среднем через 20-25 дней. Кроме того во второй группе произошла гибель одного животного.

Такую разницу в сроках выздоровления, мы объясняем отсутствием противогельминтной терапии животных второй группы, паразитирующие в тонком кишечнике токсокары, усугубляют патогенез при чуме плотоядных и препятствуют скорейшему выздоровлению больных собак.

Выводы

1. Зарегистрирована ассоциативная болезнь собак, вызванная двумя патогенными агентами, вирусом чумы плотоядных и круглыми гельминтами *Toxocara canis*.

2. Предложенная нами комплексная схема терапии собак на двух опытных группах, показала что при одновременном применении противовирусных, антибактериальных, общеукрепляющих препаратов в сочетании с противогельминтной терапией ускоряет процесс выздоровления, в среднем на 8 дней, что сказывается на экономических затратах владельца животного и уменьшении времени физического страдания животного.

3. В опытной группе, где не применялся антгельминтный препарат, нами зарегистрирована гибель одной собаки.

Список литературы

1. Барышников П.И. Гематологические показатели при ассоциативном течении вирусных респираторных инфекций собак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 11 (217). – С. 85-90. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-217-11-85-90.
2. Никоненко Т.Б., Барышников П.И., Федорова Г.А., Ткаченко Л.В. Биохимические показатели сыворотки крови при ассоциативном течении вирусных респираторных инфекций собак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 12 (230). – С. 64-68. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-230-12-64-68.
3. Данилова Ж.М. Сравнительная эффективность различных схем лечения при Ассоциативных вирусно-протозойных болезнях плотоядных животных // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2014. – № 3 (36). – С. 13-18.
4. Данилова Ж.М., Третьяков А.М. Породная и возрастная динамика ассоциативных болезней собак в г. Улан-Уд // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2015. – № 1 (38). – С. 17-22.
5. Кривко М.С., Тамбиев Т.С., Тазаян А.Н., Миронова А.А. Диагностика и лечение при ассоциативном течении эрлихиоза и бабезиоза у собак // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (60). – С. 180-183.
6. Красиков А.П., Рудаков Н.В., Заболотных М.В. Понятие паразитоценов, смешанных и ассоциативных инфекций животных // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (24). – С. 158-165.
7. Луцук С.Н., Темичев К.В., Пономарева М.Е. Течение бабезиоза собак в моно- и миксинвазии с лептоспирозом // Вестник АПК Ставрополя. - 2015. - № 4 (20). - С. 99–105.
8. Никоненко Т.Б., Барышников П.И., Новиков Н.А. Микробиоценозы при вирусных кишечных инфекциях собак в условиях Прибайкалья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. – С. 83-88.
9. Кривко М.С., Тамбиев Т.С., Кошляк В.В., Дулетов Е.Г. Сравнительная эффективность гепатопротекторных схем лечения собак при ассоциативном течении лептоспироза и бабезиоза // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2020. – № 3 (47). – С. 44-49. DOI: 10.24411/2074-5036-2020-10029.
10. Урядников М.А., Логинов С.Н. Этиологическая структура желудочно-кишечных заболеваний собак // Евразийское научное объединение. – 2021. – № 12-2 (82). – С. 189-191.

<https://doi.org/10.26898/2026-281>
УДК 619:616:578.828-085:636.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОГО ХЛАМИДИОЗА КОТЫ

Феденева М.И., студент

Научный руководитель – Степанова К.В., канд. биол. наук, доцент
Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия
e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В данной статье представлен метод лечения хламидиоза кошек. Результаты диагностики хламидиоза кошек с клиническими симптомами гнойного конъюнктивита. Обе исследованные схемы антибактериальной терапии (доксциклин в

течение 28 дней и азитромицин по пульс-схеме) продемонстрировали высокую клиническую эффективность в лечении острого хламидиоза у котят, приводя к полному устранению симптомов к 10-му дню лечения. С точки зрения клинического результата схемы являются равноценными. Однако при оценке экономической составляющей, схема на основе доксициклина является более выгодной, что может иметь значение для владельцев при долгосрочном лечении. Выбор препарата должен осуществляться ветеринарным врачом с учётом индивидуальных особенностей пациента, возможных побочных эффектов и соблюдения режима длительной терапии.

Ключевые слова: кошки, хламидиоз, *Chlamydophila felis*, конъюнктивит, лечение, доксициклин, азитромицин, сравнительная эффективность, экономическая целесообразность

Пренебрежение владельцем рекомендаций ветеринарного врача о необходимости проведения вакцинации против инфекционных заболеваний кошек может привести к развитию такого инфекционного заболевания, как хламидиоз [4, 8].

Хламидиоз – это заболевание, вызываемое грамотрицательными внутриклеточными бактериями *Chlamidophila felis*. Развитие хламидий может происходить как внутриклеточно, так и внеклеточно, за счет чего происходит заражение неинфицированных клеток.

Чаще всего хламидиоз может проявляться абортами у кошек и рождением слабого потомства, поражением мочеполовой системы, острым или хроническим конъюнктивитом, центральной нервной системы, пневмонией, энтеритом [7, 2].

Этиология заболевания – при прямом контакте с выделениями зараженных животных или реже через загрязненные предметы. Наиболее восприимчивы к хламидиозу котята в возрасте от 5 недель до 9 месяцев, так как у котят иммунная система сформирована ещё не до конца.

Предрасполагающим фактором к заражению животных может являться тесное содержание в питомниках, приютах или при скученном содержании кошек в квартирах, а также при отсутствии вакцинации у животных. Если животные находятся на самовыгуле, то у них может быть непосредственный контакт с бродячими животными, которые могут быть потенциальными носителями хламидиоза [1, 5].

Первые клинические признаки появляются на 5-7-й день после заражения, проявляющиеся серозным слезотечением из одного глаза, легкой гиперемией конъюнктивы и припуханием глаза.

На 7-10-й день инфекция прогрессирует и распространяется на второй глаз, после этого истечения из глаз приобретают гнойный характер, развивается отек слизистой конъюнктивы, также может наблюдаться блефароспазм, у взрослых беременных кошек могут быть аборт.

Далее распространение хламидийной инфекции может распространяться на слизистую носовой полости, вследствие чего может начаться чихание и выделения из носа.

При отсутствии лечения заболевание может приобретать хроническую форму, при которой может происходить усиленное поражение внутренних органов. Течение хронической формы происходит со слабовыраженными клиническими симптомами, в результате чего животные могут являться скрытыми носителями инфекции [3, 6].

Для того, чтобы провести научное исследование была отобрана опытная группа из 6 кошек со схожими клиническими проявлениями. Возраст животных составлял от 8 недель до 5 месяцев, живой массой от 600 г до 2 кг, разных пород кошек.

Диагноз животным подопытных групп ставился на основании анамнестических данных, клинического обследования и полимеразной цепной реакции (ПЦР) соскоба конъюнктивы.

Анамнестические данные были следующие: у всех животных отмечались выделения желтоватого цвета из глаз, прищуривание, также владельцы отмечали нечастое чихание животных, выделения из носа, аппетит сохранен.

Во время клинического исследования было установлено: у всех животных наблюдались экссудативные выделения гнойного характера из глаз, отек конъюнктивы, блефароспазм, серозные выделения из носа, температура тела в пределах нормы.

Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) у котят были отобраны соскобы конъюнктивы, которые далее были отправлены в лабораторию для постановки точного диагноза.

Результаты ПЦР-теста были получены на следующий день. Результаты ПЦР-теста указывали на наличие хламидийной инфекции у всех котят.

На основании всех проведенных диагностических исследований животным был поставлен диагноз острый хламидиоз.

Животным была назначена терапия в контрольной группе антибиотиком азитромицин (макролид) (40 мг) перорально в дозе $\frac{1}{4}$ - таблетки на 0,5-1 кг массы тела животного, $\frac{1}{2}$ таблетки на 2 кг массы тела животного, 1 раз в день, в течение 3-5 дней, а затем через каждые 72 часа задавать по 1 таблетке в течение 3-4 недель, а в опытной группе был назначен препарат доксициклин (тетрациклинового ряда) 1 таблетка (20 мг) на 2 кг массы тела, 1 раз в день, курсом 28 дней.

В дополнение к антибиотикотерапии подопытным животным обеих групп была назначена местная обработка глаз ватным диском смоченном в физиологическом растворе, 3-4 раза в день, двигаясь от внешнего угла глаза к внутреннему.

Также был назначен местный антибактериальный препарат «Ирис» на основе гентамицина для снятия острых симптомов, 2-3 раза в день, в течение 5-7 дней. Для поддержания иммунитета был назначен витаминный препарат «Витам» 3-5 мл на 10 кг живой массы 2 раза в день в течение 3-5 дней.

Для защиты микрофлоры кишечника был назначен пробиотик «Ветом 1» за 1-2 часа до и после приема антибиотиков, на кончике ножа.

На 5-й день лечения в опытной группе можно было наблюдать значительные улучшения в состоянии животного – глаза открыты, блефароспазм практически отсутствует, истечения из глаз минимальные, прозрачные, склеивания век по утрам не наблюдается, гиперемия конъюнктивы уменьшена, отечность конъюнктивы минимальная.

В контрольной группе на 5-й день наблюдается уменьшение истечений из глаз, истечения из глаз прозрачные, отечность конъюнктивы минимальная, гиперемия конъюнктивы уменьшена, блефароспазм практически отсутствует, глаза открыты, склеивания век по утрам не наблюдается.

На 10-й день лечения в опытной и контрольной группе можно наблюдать исчезновение симптомов – глаза чистые, сухие, конъюнктив бледно-розовая, блефароспазм отсутствует.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для лечения острого хламидиоза котят подходят оба метода антибактериального терапевтического лечения, но при сравнении лечения с точки зрения финансовых затрат, то при использовании препарата доксициклин лечение является экономически выгоднее.

При корректном применении стандартной пульс-схемы азитромицина данная терапия демонстрирует не только клиническую эквивалентность, но и явное экономическое преимущество перед 28-дневным курсом доксициклина.

Экономия составляет около 25% от общей стоимости курса. Кроме того, схема с азитромицином обладает более высоким удобством соблюдения из-за редкого приема и потенциально лучшим профилем безопасности для котят.

Выбор между доксициклином и азитромицином для лечения острого хламидиоза у котят должен осуществляться ветеринарным врачом индивидуально, на основе комплексной

оценки: возраста и общего состояния пациента; точного протокола дозирования и его стоимости в конкретной аптечной сети; возможности владельца строго и длительно соблюдать режим ежедневного приема лекарств; необходимости минимизировать потенциальные риски для растущего организма.

Оба препарата доказали свою высокую эффективность, а решение должно балансировать между клинической целесообразностью, экономическими затратами и практической реализуемостью курса лечения в домашних условиях.

Список литературы

1. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
2. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.
3. Боровинский Г.Е. Лечение собак при дирофиляриозе // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. по результатам работы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Вологда, 2025. – Т. 3, ч. 2. – С. 11-15.
4. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
5. Кормильцева Ю.А. Сравнительная оценка лечения плотоядных при цистоизоспорозе // Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: развитие ветеринарной медицины и агрономии: материалы Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2025. – С. 249-253.
6. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.
7. Степанова К.В., Абдыраманова Т.Д. Биохимический статус животных при поражении слизистых оболочек инфекционными агентами // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.; Пушкин, 2024. – С. 99-102.
8. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.
9. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.
10. Хохряков Д.Д. Терапевтические мероприятия при уролитолизе у кошек // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 649-650.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МИКРОБИОМА ДИКИХ ПЕРЕЛЕТНЫХ ПТИЦ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Фрик Е.В., аспирант,

Плешакова В.И., д-р вет. наук, проф.

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

e-mail: ev.frik1921@omgau.org; vi.pleshakova@omgau.org

Аннотация. В работе проведен анализ сезонной динамики микробиома кишечника диких мигрирующих птиц по территории Омской области. Исследовано 183 пробы от 15 видов птиц (2024–2025 гг.), выделено 207 культур микроорганизмов и установлена доминирующая роль семейства Enterobacteriaceae (57,98 %). Выявлена закономерность сезонных изменений микробиологического состава кишечника. В весенний период отмечено обогащение микробиоты энтеробактериями (*Escherichia coli* до 40 %), в гнездовой сезон повышается доля Staphylococcaceae и Enterococcaceae, а на этапе предмиграционной подготовки возрастает доля спорообразующих *Bacillus* (25–28 %). Полученные данные подтверждают роль перелетных птиц как мобильных переносчиков микроорганизмов и необходимость учёта сезонных факторов при мониторинге возбудителей инфекций.

Ключевые слова: бактерии, микробиом, дикие птицы, миграция, сезонность

Птицы, населяющие различные географические регионы, входят в многоуровневые контактные сети с другими организмами, что определяет их роль в поддержании природных очагов инфекций [1]. Особое значение приобретает их присутствие вблизи сельскохозяйственных объектов и в урбанизированных ландшафтах, где усиливается риск возникновения зоонозов [2]. Миграция является адаптацией к сезонным изменениям доступности кормовых ресурсов и условий гнездования [3]. Для системы глобальных миграционных коридоров территория Западной Сибири, и, в частности, Омская область, имеет стратегическое значение, поскольку входит в состав Центральноазиатского пролётного пути [4]. Ежегодно через этот регион перемещаются сотни тысяч особей разнообразных видов, что обеспечивает экологическую связь между арктическими, сибирскими, среднеазиатскими и южноазиатскими экосистемами [5].

Микробный состав кишечника птиц характеризуется высокой лабильностью и находится в прямой зависимости от питания, претерпевающего радикальные изменения на различных этапах миграционного цикла (к примеру, смена животного корма на растительный) [6]. Данная особенность превращает желудочно-кишечный тракт в «открытую систему», активно включающую аутохтонные микроорганизмы из новых местообитаний [7].

В связи с вышесказанным, цель данной работы - выделить особенности сезонной динамики микробиома диких птиц, мигрирующих по территории Омской области.

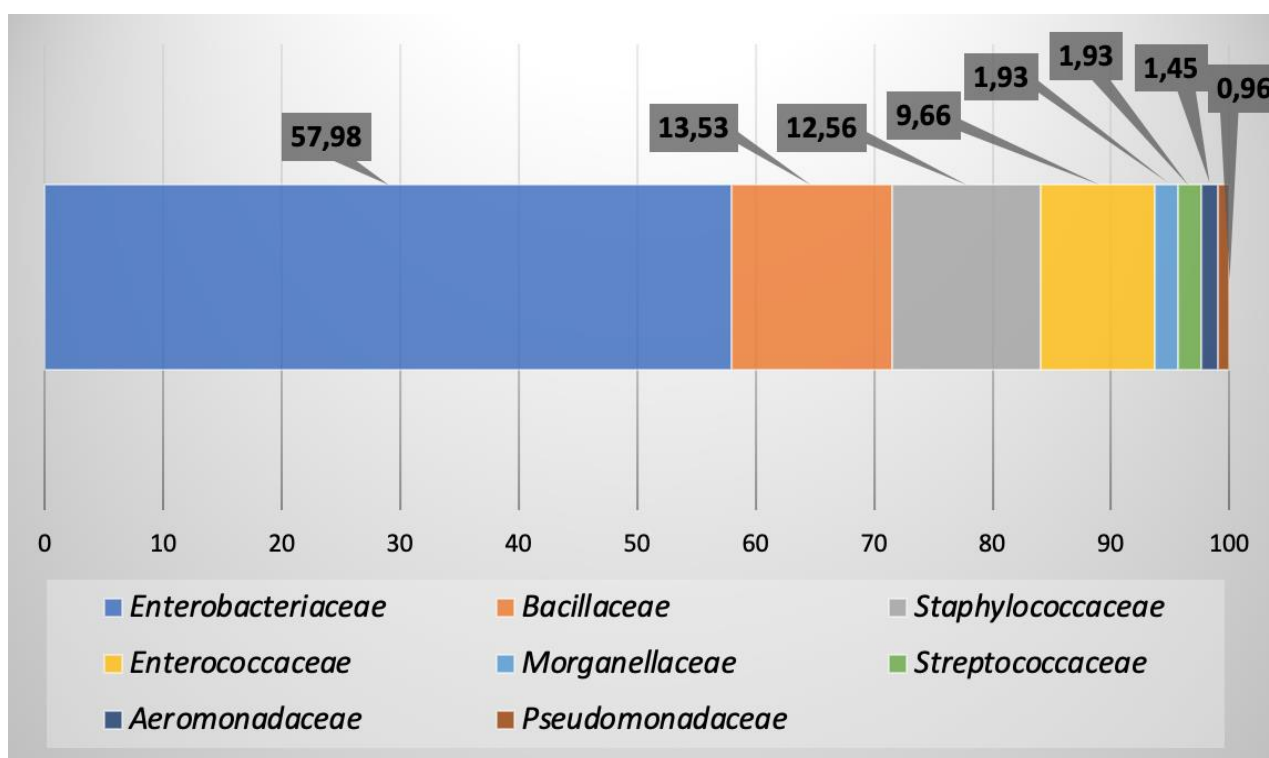
Экспериментальные исследования проведены в период с 2024 по 2025 г. на кафедре ветеринарной микробиологии, инфекционных и инвазионных болезней ФГБОУ ВО Омский ГАУ им. П.А. Столыпина, на базе БУ «Омская областная ветеринарная лаборатория» и охотничьих угодьях Омской области.

Для бактериологического исследования были отобраны 183 пробы от 15 видов мигрирующих птиц: кряква обыкновенная (*Anas platyrhynchos* n = 30), чирок-трескунок (*Anas querquedula* n = 25), гусь белолобый (*Anser albifrons* n = 18), широконоска (*Anas clypeata* n = 22), гусь серый (*Anser anser* n = 13), лебедь-кликун (*Cygnus cygnus* n = 11), красноголовый нырок (*Aythya ferina* n = 11), степная чайка (*Larus cachinnans* n = 11), шилохвость (*Anas acuta* n = 10), озёрная чайка (*Chroicocephalus ridibundus* n = 10), серый журавль (*Grus grus* n = 7),

сизая чайка (*Larus canus* n = 6), хохлатая черныш (*Aythya fuligula* n = 5), серая утка (*Anas strepera* n = 2) и серая цапля (*Ardea cinerea* n = 2). Всего обследовано 14 охотничьих угодий на территории 11 районов области (Русско-Полянский, Нововаршавский, Омский, Калачинский, Кормиловский, Горьковский, Седельниковский, Саргатский, Тюкалинский, Черлакский и Марьяновский).

Объектами исследования служили культуры микроорганизмов (n = 207), выделенные из проб различных биотопов диких перелетных птиц Омской области.

Согласно данным таксономического профиля (см. рисунок), основу микробного сообщества составили представители семейства Enterobacteriaceae – 57,98 % (n = 120). Значительную долю изолятов также составили грамположительные бактерии семейств Bacillaceae – 13,53 % (n = 28) и Staphylococcaceae – 12,56 % (n = 26). Доля Enterococcaceae достигла 9,66 % (n = 20). Среди менее представленных семейств зафиксированы Morganellaceae – 1,93 % (n = 4), Streptococcaceae – 1,93 % (n = 4), Aeromonadaceae – 1,45 % (n = 3) и Pseudomonadaceae – 0,96 % (n = 2).



Таксономический состав выделенных культур микроорганизмов от диких мигрирующих птиц,
n = 120 (2024-2025 гг.)

Анализ литературных данных и результатов собственных исследований позволил установить связь между годовым жизненным циклом перелетных птиц Омской области и сезонной динамикой их кишечных микробных сообществ.

Во время весенней миграции наблюдается обогащение микробиоты, в первую очередь, за счет грамотрицательных бактерий семейства Enterobacteriaceae. Доля *Escherichia coli* в этот период достигает около 40 % от общего числа культур микроорганизмов, что объясняется активизацией метаболизма после зимовки и освоением новых кормовых участков. Параллельно возрастает численность бактерий рода *Proteus* (до 12 %), что отражает адаптацию к изменяющемуся рациону. Среди грамположительной микрофлоры преобладают спорообразующие бациллы (18-22 %), отличающиеся повышенной толерантностью к колебаниям условий внешней среды.

В гнездовой сезон состав сообщества стабилизируется: увеличивается доля *Staphylococcus* (15-17 %) и *Enterococcus* (12-14 %). При этом сохраняется значительное

разнообразие энтеробактерий (*Klebsiella*, *Citrobacter*, *Edwardsiella*), совокупно составляющих до 25 % выделенных культур. Появление *Pseudomonas* (3-4 %) коррелирует с сезонным потеплением и сменой пищевых ресурсов.

На этапе предмиграционной подготовки в таксономической структуре закономерно возрастает доля *Bacillus* (25-28 %), что является адаптацией к предстоящим длительным перелетам. Разнообразие энтеробактерий снижается до 15-18 %, но при этом повышается встречаемость гидрофильных бактерий рода *Aeromonas* (5-7 %) в связи с активным использованием птицами водных экосистем.

Выявленные в исследовании количественные соотношения ключевых семейств – доминирование Enterobacteriaceae (57,98 %) при значимой роли Bacillaceae (13,53 %) и Staphylococcaceae (12,56 %) – формируют характерный профиль микробиоты, напрямую зависящий от сезонных изменений.

Полученные данные согласуются с исследованиями, демонстрирующими выраженную сезонную динамику микробиома кишечника перелетных птиц, связанную с изменениями в рационе питания, физиологическим состоянием организма и экологическими факторами.

Список литературы

1. Найденова Е.В., Захаров К.С., Блинова К.Д., Швиденко И.Г., Бойко А.В., Щербакова С.А. Вирус Усуту (Flaviviridae, Orthoflavivirus). Потенциальная опасность и возможность распространения на территории Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. - 2023. - № 3. - С. 22-32.
2. Понамарев Н.М. Роль перелетных птиц и гидробионтов в распространении болезней домашних уток // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - № 6 (176). - С. 133-137.
3. Солоха А.В. Состояние и охотничье использование ресурсов гусей в России // Вестник охотоведения. – 2024. – № 3. – С. 196-208.
4. Фрик Е.В., Лещева Н.А., Плешакова В.И. Миграция птиц как фактор распространения инфекционных агентов и антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2025. – № 2 (58). – С. 146-153.
5. Харитонов С.П., Литвин К.Е., Харитонов И.А. Использование данных кольцевания для подготовки атласа миграций европейских видов гусеобразных птиц // Труды Зоологического института РАН. – 2023. – Т. 327. - № 4. – С. 623-642.
6. Ильина Л.А., Йылдырым Е.А., Тюрина Д.Г., Лаптев Г.Ю. Микробиом сельскохозяйственной птицы: проблемы и перспективы // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. - 2020. - № 1-2. - С. 83-85.
7. Литвинова З.А., Якубик О.Л., Гилетий А.В. Условно-патогенная микрофлора водоплавающей птицы Верхнего Приамурья // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: сб. науч. тр. - Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2024. – С. 84-90.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕНИЯ КОШЕК, БОЛЬНЫХ РИНОТРАХЕИТОМ

Харченко А.Д., студент,

Харченко И.Д., студент

Научный руководитель – Щербаков П.Н., д-р вет. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

e-mail: andreykharch@mail.ru

Аннотация. Проведено сравнительное исследование эффективности двух схем лечения вирусного ринотрахеита кошек. Целью работы была оценка терапевтических результатов у пациентов частной ветеринарной клиники г. Копейска. В ходе работы был проведён ретроспективный анализ данных, показавший, что ринотрахеит является распространённой вирусной патологией, составляя 27% в структуре диагностированных вирусных инфекций кошек за последний год. Для исследования были сформированы две группы животных (по 3 кошки в каждой) с подтверждённым диагнозом. Животным первой группы назначали комплексную терапию, включающую Анадин, Амоксициллин и Флекспрофен. Вторая группа получала лечение Фоспренилом, Ципроветом и Айнилом. Клинические наблюдения в процессе лечения показали положительную динамику в обеих группах. Однако у животных второй группы, получавших Фоспренил, Ципровет и Айнил, улучшение состояния (появление аппетита, повышение активности) отмечалось раньше, а процесс выздоровления протекал быстрее.

Ключевые слова: вирусные инфекции, кошки, ринотрахеит, лечение, антибиотики, эффективность

Ринотрахеит кошек – это вирусная инфекция кошек, поражающая верхние дыхательные пути и глаза. Чаще всего встречается у молодых животных [4, 6].

Среди всех вирусных заболеваний у кошек, процент выявления ринотрахеита значительно высок, относительно других заболеваний вирусной этиологии. Причиной возникновения заболевания может служить контакт с больным или переболевшим животным, через предметы обихода, миски, игрушки. Также вирус передается со слюной, мочой, калом. Также вирус передаётся аэрогенно [1, 3, 7, 8, 10]. Инкубационный период составляет 3–8 дней. Болезнь протекает остро, подостро и хронически. Как правило, инфекционный ринотрахеит протекает в острой форме. У заболевшей кошки отмечается повышение температуры тела до 40 °С, развивается конъюнктивит, ринит, кашель, хрипота, одышка гнойное истечение из носа и глаз. Возможна гиперсаливация и образование мелких язв на верхней части языка а нередко скопление экссудата в глотке, которое приводит к рвоте. Прием пищи и воды затруднен. Слизистые оболочки носа, глотки, гортани отечные, гиперемизированные. При отсутствии лечения герпесвирус у кошек осложняется бронхитом, пневмонией, стоматитом и язвенным кератитом. Если патологический процесс затрагивает кишечник, то может развиваться атония, приводящая к регулярным запорам, анорексия. В некоторых случаях поражается нервная система, у питомца наблюдается атаксия, проявляющаяся мышечными спазмами, дискоординацией, подергиванием конечностей, маневными движениями. Выздоровление наступает через 7-10 дней. При хроническом течении болезни отмечаются появление воспалений на коже и чередование бесконечных рецидивов. Ринит приобретает хроническую форму и может регистрироваться у кошки годами. У беременных кошек возможны выкидыши и рождение мертвого приплода. Диагноз ставят по клиническим симптомам и результатам лабораторного анализа выделений из глаз и носа. Ринотрахеит необходимо дифференцировать от калицивируса и реовируса. Иное

тела в желудочно-кишечном тракте 13% от всех абдоминальных операций у кошек и до 60% данная патология встречается у кошек. В группе риска находятся молодые кошки в возрасте 0,5-5 лет [2, 5, 9].

Целью нашего исследования была сравнительная оценка различных способов лечения ринотрахеита кошек. Исследование проходило на базе одной из частных ветеринарных клиник города Копейска. Первоначально проводили статистический анализ электронной базы данных и журнала записей приемов клиники, по частоте встречаемости ринотрахеита у кошек за 2023-2024 годы. Затем, отбирали пациентов с предварительным диагнозом – ринотрахеит кошек. После сбора анамнеза, проводили клиническое исследование по общепринятой схеме. Дополнительно были проведены экспресс-диагностика и общий анализ крови. После подтверждения диагноза, были сформированы 2 группы животных по 3 кошки в каждой. В первой группе животным назначали лечения по следующей схеме: Анандин 0,2 мл на кг 5 дней, Амоксицилин 0,1 мл кг 3 инъекции, Флексопрофен 5% по 0,04 мл на кг 3 дня. Во второй группе животным назначали лечения по следующей схеме: Фоспренил 0,2 мл на 1 кг 5 дней, Ципровет 0,1мл кг 3 инъекции, Айнил 1% по 0,04 мл на кг 3 дня. При анализе статистических данных на базе клиники выявили, что за последний год было выполнено 700 вирусных инфекций. Из них 27% подтвердилось заражение ринотрахеитом, 22% заражение калицивирозом, 20% панлейкопенией, 16% лейкозом и 15% иммунодефицитом. При анализе вирусных инфекций кошек выявленных в условиях клиники, выявили, что ринотрахеит занимает значительный процент среди общего числа вирусных инфекций. Отсюда можно сделать вывод, что данное заболевание встречается часто.

В результате клинического осмотра у всех кошек температура тела, пульс и дыхание выше пределов нормативных показателей. При осмотре отмечалась вялость, рвота, гнойные выделения из носа и глаз, резкое угнетения общего состояния. При пальпации подчелюстных лимфоузлов, отмечалось резкое увеличение их в объёме. В заключениях исследований у всех 6 животных были обнаружен вирус ринотрахеита. Тем самым подтвердили предположительный диагноз. На 2-й день после лечения в 1-й группе общее состояние животных удовлетворительное, наблюдалось улучшения. У животных во 2-й группе отмечается появление аппетита, общее состояние улучшилось. На 5-й день у кошек лечения в 1-й группе общее состояние удовлетворительное, появился аппетит. У животных 2-й группы аппетит есть, воду пьёт, животное стало активное. По результатам проведенных исследований можно сделать выводы, ринотрахеит встречается часто. При исследовании методов лечения данного заболевания у кошек выявили, что у всех 2 групп наблюдалась положительная динамика. Но следует отметить, что у 2-й группы лечение оказалась эффективнее. У животных этой группы быстрее проходил выздоровления. Данные способы лечения позволяют достичь полного выздоровления животных, для этого наиболее эффективный метод лечения следует считать у 2-й группы.

Список литературы

1. Абдыраманова Т.Д., Щербakov П.Н., Степанова К.В. Анализ результатов лабораторной диагностики инфекционных болезней животных // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 9 (239). – С. 44-49.
2. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
3. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.

4. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
5. Бузуев Я.П. Способы лечения чумы плотоядных // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 82-83.
6. Самсонова А.К. Способы лечения парвовируса собак // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 517-519.
7. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.
8. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.
9. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.
10. Харченко А.Д. Применение иммуномодуляторов при вирусных инфекциях плотоядных с поражениями слизистых оболочек // Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса: материалы XX Междунар. молодёж. форума. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2024. – С. 68-75.

<https://doi.org/10.26898/2026-284>
УДК 619:616.33/.34-002.6-08:636.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ КОШЕК ПРИ МИКОПЛАЗМОЗЕ

Харченко И.Д., студент,
Харченко А.Д., студент

Научный руководитель – Щербаков П.Н., д-р вет. наук, доцент
Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия
e-mail: andreykharch@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные сравнительного клинического исследования эффективности различных схем терапии микоплазмоза у кошек. Проведён анализ динамики клинических признаков, оценка лечебного ответа и скорости регресса симптомов при использовании доксициклина и азитромицина. Показано, что схема лечения с применением азитромицина обеспечивает более быстрое прекращение респираторных и офтальмологических проявлений заболевания.

Ключевые слова: микоплазмоз, кошки, респираторный синдром, респираторные инфекции, антибиотики, азитромицин, доксициклин, сравнение схем лечения

В последние десятилетия микоплазмоз кошек остаётся одной из наиболее распространённых инфекционных патологий респираторного и офтальмологического профиля в ветеринарной практике. В патогенезе инфекционных заболеваний у кошек

значительную роль играют микоплазмы – микроорганизмы, принадлежащие к семейству *Mycoplasmataceae* и роду *Mycoplasma*. Наиболее распространенными патогенами, вызывающими заболевания у представителей семейства кошачьих, являются *Mycoplasma felis* и *Mycoplasma gatae.*, представляющие собой облигатные внутриклеточные патогены, что значительно усложняет их диагностику и определение их патогенетической роли [1, 2]. Данное заболевание вызывает значительные сложности в диагностике и лечении, поскольку микоплазмы представляют собой уникальный класс микроорганизмов: они лишены клеточной стенки, обладают высокой пластичностью и способны длительно персистировать в организме хозяина, вызывая хронические или рецидивирующие формы болезни [3, 4]. В частности, они могут вызывать такие заболевания, как конъюнктивиты, риниты, бронхопневмонии и системные инфекции, особенно у особей с ослабленным иммунитетом, находящихся в состоянии стресса или имеющих сопутствующие заболевания. Распространённость микоплазмоза в популяции кошек достигает, по разным данным, 25–45 %, а среди животных, поступающих в ветеринарные клиники с признаками респираторных заболеваний, микоплазмы выявляют в 60–70 % случаев [2, 5, 6]. Особую обеспокоенность вызывает высокая восприимчивость к микоплазмозу молодых животных, у которых иммунная система еще не сформирована полностью. Это приводит к тому, что микоплазмоз может быстро распространяться воздушно-капельным путём и вызывать тяжелые клинические проявления, требующие своевременного и адекватного лечения. Для более детального изучения данной проблемы необходимо проводить дальнейшие исследования, направленные на изучение механизмов патогенеза микоплазмоза, а также на разработку эффективных методов диагностики и лечения данного заболевания. Проблема лечения микоплазмоза осложняется повышенной устойчивостью микоплазм к широкому спектру антибактериальных препаратов, особенно к β -лактамам, что требует грамотного подбора антибиотикотерапии. В ветеринарной практике наибольшее применение получили тетрациклины (доксциклин) и макролиды (азитромицин), однако сравнительная оценка их эффективности остаётся актуальным вопросом современной инфекционной патологии мелких домашних животных [7, 8]. Экономические потери связаны не только с расходами на лечение, но и с утратой племенной ценности животных в питомниках, а также обеспокоенность владельцев [9, 10]. Поэтому разработка и сравнительный анализ эффективных методов терапии микоплазмоза остаются важными задачами современной ветеринарной медицины.

Цель исследования – провести сравнительную оценку эффективности различных схем лечения и скорости регресса основных симптомов микоплазмоза у кошек.

Работа выполнена на базе государственного ветеринарного учреждения, а также на кафедре инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет. Объектом исследования послужили 6 кошек в возрасте от 3 месяцев до 2 лет, поступивших на прием с клиническими признаками респираторной инфекции и конъюнктивита. Для постановки диагноза использовались данные анамнеза, клинического осмотра и лабораторной диагностики, включая ПЦР-исследование смывов с конъюнктивы и слизистой оболочки носоглотки на наличие *Mycoplasma felis*. Животные с хронической почечной недостаточностью были исключены из исследования.

Животные были разделены на две группы по три особи в каждой. Клинические признаки у всех кошек были сходными: серозные истечения из глаз и носовых ходов, гиперемия конъюнктивы, чихание, умеренная вялость, у части животных – кашель.

Лечение включало комплексный подход, состоящий из нескольких ключевых компонентов:

1. Антибактериальная терапия, направленная на эрадикацию патогенных микроорганизмов и предотвращение их дальнейшего распространения.

2. Местная терапия, включающая топическое применение лекарственных средств для обработки глаз и носовых ходов с целью минимизации локальных проявлений инфекции.

3. Иммуномодулирующая терапия, целью которой было восстановление и коррекция иммунного ответа организма, что способствовало более эффективному контролю инфекционного процесса.

4. Симптоматическая терапия, применяемая при наличии соответствующих клинических показаний для устранения отдельных симптомов и улучшения общего состояния пациента.

Основным отличием между применяемыми схемами лечения являлось использование различных системных антибактериальных препаратов. В первой группе пациентов было назначено лечение доксициклином, тогда как во второй группе применялся азитромицин, что позволило провести сравнительный анализ их эффективности и безопасности (табл. 1).

Таблица 1

Схемы лечения кошек, больных микоплазмозом

Лекарственный препарат	Способ введения, кратность, дозировка	Группа 1	Группа 2
Доксициклин	Внутрь, 1 р/сут, 10 мг/кг, 14 дней	+	-
Азитромицин	Внутрь, 1 р/сут, 10 мг/кг, 7 дней	-	+
Ципровет (глазные капли)	Инстиляция в конъюнктивальный мешок, 3-4 р/день, 7-10 дней	+	+
Физраствор	Санация носовых ходов, 2 р/день, 7-10 дней	+	+
Гамавит	п/к, 1 р/день, 0,5 мл/кг, 7 дней	+	+
Раствор Рингера–Локка	п/к или в/в, 1 р/день, 50-100 мл, по показаниям	+	+

Клиническая динамика у животных из обеих групп демонстрировала значительные различия, что позволило провести детальный анализ динамики ключевых симптомов.

Для объективной оценки динамики применена 3-балльная шкала выраженности симптомов (табл. 2):

3 балла – сильные выделения, выраженный конъюнктивит;

2 балла – умеренные симптомы;

1 балл – слабовыраженные проявления;

0 баллов – отсутствие симптомов.

Таблица 2

Динамика регресса клинических симптомов

День	Группа 1	Группа 2
1	3	3
2	2,8	2,5
3	2,4	1,8
4	2	1,2
5	1,5	0,6
6	1	0,2
7	0,5	0
8	0,2	0
9	0	0

У животных, отнесенных ко 2-й группе и получавших азитромицин, динамика улучшения состояния характеризовалась более высокой скоростью по сравнению с другими группами. К пятому дню терапии наблюдалось значительное снижение выделения секрета из глаз и носовых ходов. В 1-й группе, где в качестве терапевтического агента применялся доксициклин, регресс симптоматики происходил более медленно, особенно в отношении назальных истечений.

В контексте клинического выздоровления, группа, получавшая азитромицин, демонстрировала положительную динамику в среднем на седьмой день терапевтического курса. В группе, подвергавшейся лечению доксициклином, полное исчезновение

клинических признаков заболевания регистрировалось на 9-10-й день терапии. Негативные побочные эффекты, связанные с применением антибиотиков, не были выявлены.

Полученные данные согласуются с результатами других исследований, которые подчеркивают высокую эффективность азитромицина против респираторных инфекций, вызванных атипичными микроорганизмами [3, 4]. Ускоренное действие азитромицина, вероятно, связано с его способностью накапливаться в тканях, включая слизистую оболочку дыхательных путей, а также с его длительным эффектом [4]. Доксициклин, антибиотик широкого спектра действия, также продемонстрировал свою эффективность, хотя скорость достижения терапевтического ответа была ниже. В рамках проведенного исследования была проведена сравнительная оценка двух схем лечения микоплазмоза у кошек. Обе схемы продемонстрировали клиническую эффективность, что выражалось в выздоровлении животных. Однако, схема, основанная на применении азитромицина, показала более высокие результаты. Анализ данных выявил статистически значимое сокращение времени до исчезновения основных клинических симптомов, таких как конъюнктивит и ринит, при использовании азитромицина. Кроме того, применение этой схемы способствовало сокращению общего срока лечения. Эти результаты подтверждают целесообразность включения азитромицина в комплексную терапию микоплазмоза у кошек и свидетельствуют о его высокой эффективности в сравнении с альтернативными схемами.

Список литературы

1. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
2. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.
3. Боровинский Г.Е. Лечение собак при дирофиляриозе // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. по результатам работ X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Вологда, 2025. – Т. 3, ч. 2. – С. 11-15.
4. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
5. Кормильцева Ю.А. Сравнительная оценка лечения плотоядных при цистоизоспорозе // Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: развитие ветеринарной медицины и агрономии: материалы Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2025. – С. 249-253.
6. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.
7. Степанова К.В., Абдыраманова Т.Д. Биохимический статус животных при поражении слизистых оболочек инфекционными агентами // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.; Пушкин, 2024. – С. 99-102.
8. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.

9. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.

10. Хохряков Д.Д. Терапевтические мероприятия при уролитиазе у кошек // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 649-650.

<https://doi.org/10.26898/2026-285>
УДК 619:579.61/665.52:615.371

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОЭМУЛЬСИИ ЭФИРНОГО МАСЛА *ARTEMISIA ANNUA* L. ПРОТИВ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Хасанов Ф.Д.¹, канд. вет. наук, н.с.,
Жбанова С.Ю.¹, канд. вет. наук, в.н.с.,
Негматов А.А.¹, канд. вет. наук, в.н.с.,
Давлатов Б.Д.¹, н.с.,
Салимов А.М.², канд. хим. наук, н.с.

¹Институт ветеринарной медицины ТАСХН, Душанбе, Таджикистан

²Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, Душанбе, Таджикистан
e-mail: Firuz_chasanov@mail.ru

Аннотация. Показано, что лекарственная форма эфирного масла *Artemisia annua* L. (полынь однолетняя), полученного методом гидродистилляции из надземных частей растений, собранных в фазу цветения в р-не Рудаки, Варзоб и г. Гиссаре, изготовленная в виде наноэмульсии, по результатам исследований в соответствующей концентрации стабильно проявляет противомикробную активность и обладает противобактериальными свойствами. Антимикробная активность наноэмульсии эфирного масла *A. annua* L. является перспективной альтернативой в случаях бактерий устойчивых к гентамицину.

Ключевые слова: *Artemisia annua* L., эфирное масло, наноэмульсия, антимикробная активность, стабильность биологических свойств

Введение. В контексте поиска альтернатив традиционным антибиотикам, важную область исследования представляет антибактериальная активность веществ, включая эфирные масла (ЭМ) растений, давно известные своими противобактериальными свойствами, и среди них особое внимание привлекает масло *Artemisia annua* L. (полынь однолетняя), традиционно используемое в народной медицине и проявляющее широкий спектр биологической активности [1, 2].

Эфирное масло *A. annua* L. проявляет значительную антимикробную активность против различных патогенных микроорганизмов, например, подавляет рост *E. coli* и *S. aureus*. Исследования *in vitro* подтвердили, что это ЭМ вызывает лизис клеточных мембран микробов, что объясняет его антимикробные свойства [3-5]. Уникальный профиль активности эфирного масла *A. annua* L. определяется его химическим составом, что подчеркивает важность дальнейших исследований для оптимизации применения этого масла в ветеринарии [6].

Получение наноэмульсии эфирного масла полыни однолетней *A. annua* L., являющейся перспективным источником противобактериальных агентов, может значительно повысить эффективность борьбы с микробной контаминацией в различных областях

животноводства и птицеводства. Поэтому необходимы дальнейшие исследования для более глубокого понимания механизмов действия этого ЭМ и его потенциального применения.

Материалы и методы. Эфирное масло *A. annua* L. получено методом гидродистилляции из надземных частей растений, собранных в фазу цветения в и р-не Рудаки, Варзоб г. Гиссаре.

В состав созданной нами НЭ (масло в воде – 1:96,75%) эфирного масла *A. annua* L. (1%) входит водорастворимая фракция персидской жевательной резинки (0,25%) и эмульгатор Твин 80 (2%). Стабильность НЭ обеспечивает удар ультразвуковой волны [6].

Противомикробную активность эфирного масла *A. annua* L. и НЭ на его основе провели в лаборатории по изучению болезней птиц, пчел и рыб Института ветеринарной медицины ТАСХН, определяли путем сравнения ингибирования роста чувствительных микроорганизмов под действием испытуемого образца методом диффузии в агар.

Среды, соответствующие условиям испытания, расплавляли, инокулировали при подходящей температуре тест-микроорганизмами, количество которых было таковым, чтобы при всех концентрациях испытуемых препаратов образовались четко определяемые зоны ингибирования подходящего диаметра. Растворы в одинаковых объемах вносили в лунки, подготовленные в толще агара. Для подтверждения достоверности количественного определения использовали не менее трех растворов сравнения и трех растворов испытуемого образца, имеющих предположительно одинаковую активность.

Растворы испытуемого образца и растворы сравнения размещали поочередно, таким образом, чтобы избежать взаимного влияния более концентрированных растворов. Чашки инкубировали (36 ± 1 °C) около 18 ч, используя предварительную диффузию при температуре 4 °C в течение 2 ч (от 1 до 4 ч) для уменьшения влияния разницы во времени между внесением растворов, используемых в испытании, и получения более точного значения углового коэффициента линейной регрессии. Диаметры измеряли с точностью до 0,1 мм и рассчитывали активность препаратов, используя соответствующие статистические методы [7].

Результаты. Гентамицин – это сильный антибиотик аминогликозидного ряда с доказанной высокой эффективностью против широкого спектра бактерий. Проведено сравнение действия на патогенную микрофлору гентамицина и наноэмульсии эфирного масла *A. annua* L. Гентамицин использовали в качестве положительного контроля.

Наибольшую антибактериальную активность эфирное масло *A. annua* L. проявляет в концентрациях 1 и 1,5%, причем максимальные значения получены у образцов из Варзобского р-на (табл. 1): диаметр зоны ингибирования роста *S. aureus* составил соответственно $19,6 \pm 0,2$ и $19,9 \pm 0,2$ мм, *E. coli* – $20,1 \pm 0,2$ и $20,8 \pm 0,1$, *Ps. aeruginosa* – $18,6 \pm 0,3$ и $18,9 \pm 0,3$ мм (ср. гентамицин: *S. aureus* – $20,2 \pm 0,3$ мм, *E. coli* – $21,6 \pm 0,2$, *Ps. aeruginosa* – $21,3 \pm 0,3$ мм).

Установлено, что увеличение концентрации ЭМ с 1 до 1,5% влияет на противомикробную активность статистически недостоверно, тогда как при уменьшении концентрации с 1 до 0,5% количественные показатели этой активности статистически достоверно снижаются. Так, у образцов из Варзобского района диаметр зоны ингибирования роста *S. aureus* составил $15,2 \pm 0,3$ мм, *E. coli* – $16,7 \pm 0,2$, *Ps. aeruginosa* – $14,9 \pm 0,2$ мм. Эта же тенденция наблюдается у образцов из района Рудаки и г. Гиссара: диаметр зоны ингибирования роста у *S. aureus* сокращается соответственно с $19,3 \pm 0,3$ до $15,1 \pm 0,2$ и с $19,1 \pm 0,1$ до $15,2 \pm 0,2$ мм, *E. coli* – с $19,5 \pm 0,3$ до $16,4 \pm 0,1$ и с $20,0 \pm 0,2$ до $16,0 \pm 0,3$, *Ps. aeruginosa* – с $18,1 \pm 0,3$ до $14,3 \pm 0,2$ и с $18,0 \pm 0,3$ до $14,1 \pm 0,3$ мм.

Анализ представленных данных демонстрирует высокую биологическую активность гентамицина и наноэмульсии эфирного масла (ЭМ) *A. annua* L.

Таблица 1

**Противобактериальная активность эфирного масла *A. annua* L.
зоны ингибирования роста, мм**

		Эфирное масло <i>A. annua</i> L.			Гентамицин (0,12 мг/мл)
		Варзобский р-н	р-н Рудаки	г. Гиссар	
Концентрация ЭМ, %	<i>Staphylococcus aureus</i>				
	0,5	15,2±0,3	15,1±0,2	15,2±0,2	20,2±0,3
	1	19,6±0,2	19,3±0,3	19,1±0,1	
	1,5	19,9±0,2	19,6±0,2	19,6±0,3	
	<i>Escherichia coli</i>				
	0,5	16,7±0,2	16,4±0,1	16,0±0,3	21,6±0,2
	1	20,1±0,2	19,5±0,3	20,0±0,2	
	1,5	20,8±0,1	20,2±0,1	20,4±0,3	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
	0,5	14,9±0,2	14,3±0,2	14,1±0,3	21,3±0,3
	1	18,6±0,3	18,1±0,3	18,0±0,3	
	1,5	18,9±0,3	18,5±0,2	18,2±0,3	

Затем была изучена стабильность биологической активности лекарственной формы через 1, 7, 14, 21 и 28 сут после изготовления.

Наиболее чувствительной к НЭ на основе эфирного масла *A. annua* L. оказалась *E. coli*, диаметр зоны ингибирования роста которой составил соответственно указанным выше срокам 20,3±0,2; 20,3±0,3; 20,2±0,2; 20,2±0,2 и 20,2±0,1 мм, меньшими эти значения были у *S. aureus* (19,7±0,2; 19,7±0,3; 19,7±0,2; 19,6±0,3 и 19,5±0,2 мм) и *Ps. aeruginosa* (18,6±0,1; 18,5±0,2; 18,5±0,1; 18,5±0,2 и 18,4±0,2) (табл. 2), т.е. наблюдали статистически достоверную стабильность антибактериальной активности в течение всего периода исследования.

Таблица 2

Стабильность антибактериальной активности НЭ на основе эфирного масла *A. annua* L.

		Тест-культура	Диаметр зоны ингибирования роста, мм
Срок после изготовления НЭ, сут	1	<i>Staphylococcus aureus</i>	19,7±0,2
		<i>Escherichia coli</i>	20,3±0,2
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18,6±0,1
	7	<i>Staphylococcus aureus</i>	19,7±0,3
		<i>Escherichia coli</i>	20,3±0,3
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18,5±0,2
	14	<i>Staphylococcus aureus</i>	19,7±0,2
		<i>Escherichia coli</i>	20,2±0,2
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18,5±0,1
	21	<i>Staphylococcus aureus</i>	19,6±0,3
		<i>Escherichia coli</i>	20,2±0,2
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18,5±0,2
	28	<i>Staphylococcus aureus</i>	19,5±0,2
		<i>Escherichia coli</i>	20,2±0,1
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18,4±0,2

Отмечено, что биологическая активность 1%-ного раствора эфирного масла *A. annua* L. статистически не отличается от соответствующего показателя НЭ на его основе: лекарственная форма с равной концентрацией сохраняет противомикробные свойства основы и обеспечивает их стабильность.

Заключение. Результаты изучения противомикробной активности наноэмульсии, созданной на основе эфирного масла *A. annua* L. свидетельствуют о стабильности

биологических свойств этой лекарственной формы. Сравнительная характеристика антимикробной активности наноэмульсии эфирного масла *A. annua* L. и антибиотика гентамицина позволяют сделать вывод о том, что для обеспечения конкурентоспособности с антибиотиками широкого спектра, содержание эфирного масла в наноэмульсии не должно быть ниже 1,0%. Наноэмульсия обладает стратегическим преимуществом в отношении антибиотикоустойчивых бактерий. Синегнойная палочка (*Ps. aeruginosa*) часто проявляет резистентность к гентамицину. Тот факт, что наноэмульсия дает зону 18 мм, делает её крайне перспективной альтернативой в случаях антибиотикоустойчивости.

Проведенные исследования определяют актуальность нанотехнологической разработки инновационных методов доставки, повышающих эффективность и безопасность применения ЭМ.

Список литературы

1. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review // International Journal of Food Microbiology. – 2000. – Vol. 94. - N3. – P. 223–253.
2. Valdivieso-Ugarte M. Antimicrobial, Antioxidant, and Immunomodulatory Properties of Essential Oils: A Systematic Review // Nutrients. – 2019. – Vol. 11 (11). – P. 2786.
3. Коновалов Д.А., Винюков В.В. Полынь однолетняя и ее лекарственное значение. - Пятигорск, 2013. – 153 с.
4. Шалдаева Т.М. Содержание флавоноидов и антимикробная активность некоторых видов рода *Artemisia* L. // Матер. докл. VII Междунар. симп. по фенол. соединениям: фундаментальные и прикладные аспекты. – М., 2009. – С. 283–284.
5. Пухов А.А. Эфирные масла с антимикробными и противовирусными свойствами для медицинской практики // Поликлиника. – 2022. – № 1. – С. 76–79.
6. Салимов А.М., Шаропов Ф.С. Получение наноэмульсии эфирного масла полыни однолетней и изучение ее стабильности // Современные проблемы химии, применение и их перспективы: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. – Душанбе, 2021. – С. 117–120.
7. ОФС.1.2.4.0010.15. Определение антимикробной активности антибиотиков методом диффузии в агар [Электронный ресурс].

<https://doi.org/10.26898/2026-286>
УДК 619:616.98:578.828.11-085:636.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ ТЕРАПИИ КОШЕК, БОЛЬНЫХ ВИРУСНОЙ ЛЕЙКЕМИЕЙ

Хохряков Д.Д., студент

Научный руководитель – Наумова О.В., канд. вет. наук

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия
e-mail: deratizator@bk.ru

Аннотация. В условиях проведённого исследования схема терапии вирусной лейкемии кошек с использованием ралтегравира в виде препарата «Исентресс» продемонстрировала более высокую клиническую эффективность по сравнению со схемой на основе зидовудина. Ралтеграбир обеспечил более быстрое купирование симптомов и улучшение общего состояния пациентов. Препарат может быть рекомендован для включения в комплексные схемы лечения ВЛК с целью подавления репликации вируса, снижения вирусной нагрузки и повышения качества жизни животных.

Ключевые слова: кошки, вирусная лейкемия кошек, Зидовудин, Ралтегравир, сравнительная эффективность лечения

Вирусная лейкемия кошек (ВЛК; Feline Leukemia Virus, FeLV) - это вирусное заболевание, поражающее иммунную систему, органы кроветворения и вызывающее рост опухолей. Возбудителем является РНК-содержащий вирус семейства Retroviridae, рода *Gammaretrovirus*. Вирус очень нестабильный во внешней среде и является чувствительным ко всем известным дезинфицирующим средствам, ультрафиолету, низким и высоким температурам (мгновенно погибает при 100 °C).

В настоящее время проблема заболевания кошек вирусной лейкемией в условиях современного мегаполиса приобрела колоссальные масштабы. Вирус стремительно распространяется по миру и угрожает каждой особи семейства кошачьих, что делает профилактику и борьбу с распространением вируса ВЛК актуальной темой в современной ветеринарии. Вирусная лейкемия кошек представляет значительную угрозу для домашних любимцев. При проведении лабораторных исследований в некоторых ветеринарных клиниках выявляется более 15% животных, пробы от которых дают положительную реакцию в тестах на наличие в организме вируса лейкемии кошек [1, 2].

Первая симптоматика вирусной лейкемии у кошек может появиться через несколько дней, месяцев, а иногда и лет после заражения. Этому может способствовать стресс, изменение условий кормления и содержания, переохлаждение, различные физиологические и возрастные изменения, появление других патологий и т.д. В зависимости от степени распространения вируса в организме и поражения им различных систем развиваются соответствующие симптомы лейкемии у кошек.

При поражении органов нервной системы наблюдаются различные нервные патологические проявления, такие как судороги, гипертензии, парезы и параличи, расстройства сознания, вестибулярные нарушения и т.д. [3, 4].

Локализуясь и поражая ткани печени и почек, вирус вызывает нарушение их работы, что приводит к следующим симптомам: обильное мочеиспускание и жажда, снижение дезинтоксикационной способности, накопление продуктов обмена в организме, вялость, апатия, иктеричность слизистых оболочек, рвота и диарея, нарастающая потеря веса и другие немаловажные и угрожающие жизни симптомы поражения этих органов.

При поражении костного мозга отмечаются такие расстройства, как анемия, снижение резистентности организма, проблемы со свёртываемостью крови, появление тромбов или кровоизлияний на коже, слизистых оболочках или во внутренних органах, а также не исключены опухолевые заболевания крови – различные лейкозы. Кошка становится вялой, плохо ест, теряет вес, не ухаживает за собой, при проведении клинического осмотра можно наблюдать увеличение периферических лимфоузлов, перемежающуюся лихорадку, гингивит, анемию. Далее клиническая картина может быть неспецифической и будет зависеть от типа вируса [5].

Часто вирус поражает органы лимфатической системы, отвечающей за иммунный ответ, на фоне чего можно наблюдать увеличение лимфатических узлов, селезёнки, снижение иммунного ответа, также вирус лейкемии может приводить к опухолевым заболеваниям лимфатической ткани – лимфоме [2].

Основная проблема в терапии ВЛК является то, что полного излечения от вирусной лейкемии (FeLV) на сегодняшний день не существует.

Вирус навсегда интегрируется в ДНК кошки. Целью лечения кошек, больных лейкемией будет не полное уничтожение вируса в организме, а подавление репликации вируса (снижение вирусной нагрузки), контроль вторичных инфекций и осложнений, поддержание качества жизни и удлинение бессимптомного периода, а также стимулирование собственного иммунитета кошки.

Цель исследования – сравнить схемы лечения животных, больных вирусной лейкемией, поступивших в одну из ветеринарных клиник Челябинской области. Для этого необходимо провести клинический осмотр животных, провести гематологическое исследование, а также сдать кровь на ПЦР на определение ДНК и РНК вируса лейкемии кошек.

Объектом исследования послужили шесть кошек (без учёта половой принадлежности) в возрасте от 5 до 9 лет, все животные являются беспородными, живой массой от 2,6 до 3,7 кг.

В качестве диагностики ВЛК необходимо применение специальных лабораторных методов лечения, а также общих клинических методов для оценки общего состояния организма.

В процессе диагностики исследуемым кошкам с клиническими признаками ВЛК был проведён сбор анамнестических данных, клинический осмотр кошек, лабораторные исследования крови (общий анализ крови), а также сдана кровь на ПЦР с определением провирусной ДНК и РНК вируса лейкемии кошек.

У поступивших животных путём сбора анамнеза и клинического исследования были выявлены следующие клинические признаки: вялость и апатия, снижение аппетита, прогрессирующая потеря веса, снижение тургора и эластичности кожи, повышение температуры на 0,5-1,0 °С, бледность видимых слизистых оболочек (анемичность).

По результату общего анализа крови кошек, больных ВЛК, было установлено снижение уровня гематокрита (HCT), гемоглобина (HGB), эритроцитов (RBC) - всё это свидетельствует о наличии нерегенераторной анемии, также снижено число тромбоцитов (тромбоцитопения).

По результатам ПЦР с определением провирусной ДНК и РНК вируса лейкемии кошек все исследованные кошки оказались «положительными» на наличие в организме вируса лейкемии кошек (FeLV).

Для проведения научного исследования из числа кошек, с клинической картиной ВЛК, было сформировано две группы – контрольная и опытная, путём образования парных аналогов, по три животных в каждой группе (без учёта половой принадлежности). На основании полученных данных было сформировано две схемы соответствующей терапии (см. таблицу).

Терапия, применяемая подопытным животным контрольной и опытной групп (n = 3)

Контрольная группа	Опытная группа
1. Зидовудин 10 мг/кг 2 раза в день, внутрь, длительно 2. Амоксиклав (амоксциллин + клавулановая кислота) 15 мг/кг, 1 раза в день, подкожно 10 дней 3. Ферран (декстран железа + витамины B12, B9) 0,25 мл/кг, 1 раз в 10 дней, внутримышечно, длительно 4. Раствор Рингер-Локка инфузионно по 30 мл/ч, 10 часов в день, до нормализации волемического статуса 5. Диетический корм Best Dinner Recovery 50 г/кг в день 5 дней	1. Исентресс (Ралтегравир) 62,5 мг, 2 раза в день, внутрь, длительно 2. Амоксиклав (амоксциллин + клавулановая кислота) 15 мг/кг, 1 раза в день, подкожно 10 дней 3. Ферран (декстран железа + витамины B12, B9) 0,25 мл/кг, 1 раз в 10 дней, внутримышечно, длительно 4. Раствор Рингер-Локка инфузионно по 30 мл/ч, 10 часов в день, до нормализации волемического статуса 6. Диетический корм Best Dinner Recovery 50 г/кг в день 5 дней

По данным клинического осмотра на 5-й день терапии у животных опытной группы наблюдалось значительное улучшение общего состояния: кошки стали более активные, появился аппетит, нормализовался волемический статус, температура тела в пределах физиологической нормы, слизистые оболочки - бледно-розовые, кошки начали прибавлять в весе.

При этом у кошек контрольной группы сохранялась часть клинических симптомов: вялость, снижение аппетита, потеря веса. В связи с этим, была проведена коррекция лечения кошек контрольной группы с заменой противовирусного препарата - Зидовудин, на препарат, который использовался в опытной группе - Исентресс (Ралтегравир). Через 5 дней, у животных контрольной группы, также наблюдалось значительное улучшение общего состояния.

При сравнительном анализе двух схем лечения терапия, которая применялась для контрольной группы, показала себя менее эффективной, чем схема, использованная для опытной группы.

Тем самым можно сделать вывод, что противовирусный препарат Исентресс, действующее вещество которого - Ралтегравир, более эффективен в качестве терапии кошек, больных ВЛК.

Ралтегравир является ингибитором обратной транскриптазы, действие которого направлено на подавление репликации вируса, снижение вирусной нагрузки и удлинение бессимптомного периода болезни.

Таким образом, лечение FIV – это длительный, комплексный и индивидуальный процесс, требующий тесного сотрудничества владельца и ветеринарного врача.

Терапия кошек, больных вирусной лейкемией, должна быть направлена на подавление репликации вируса (снижение вирусной нагрузки), контроль вторичных инфекций и осложнений, поддержание качества жизни и удлинение бессимптомного периода, а также стимулирование собственного иммунитета кошки.

Список литературы

1. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак. Особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
2. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек. сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.
3. Боровинский Г.Е. Лечение собак при дирофиляриозе // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. по результатам работы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Вологда, 2025. – Т. 3, ч. 2. – С. 11-15.
4. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
5. Кормильцева Ю.А. Сравнительная оценка лечения плотоядных при цистоизоспорозе // Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: развитие ветеринарной медицины и агрономии: материалы Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2025. – С. 249-253.
6. Самсонова А.К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.
7. Степанова К.В., Абдыраманова Т.Д. Биохимический статус животных при поражении слизистых оболочек инфекционными агентами // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики:

Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.; Пушкин: ФГБОУ ВО СПбГАУ, 2024. – С. 99-102.

8. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.

9. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.

10. Хохряков Д.Д. Терапевтические мероприятия при уролитолизе у кошек // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН. – СПб., 2024. – С. 649-650.

<https://doi.org/10.26898/2026-287>
УДК 571.27

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПОРОДЫ ROSS 308, ОТСТАЮЩИХ ПО МАССЕ

Черепушкина В.С., аспирант

Научный руководитель – Афонюшкин В.Н., канд. биол. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: vicky88@bk.ru; lisocim@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается генетическое разнообразие штаммов кишечной палочки (*Escherichia coli*) у цыплят-бройлеров породы ROSS 308, отстающих по массе. Исследование проведено с целью выявления возможных причин низких темпов роста, что является важной проблемой в птицеводстве. В работе использованы молекулярно-генетические методы, в частности метод ERIC-PCR, для анализа генетической вариативности штаммов *E. coli*, изолированных от отстающих по массе цыплят. Результаты исследований показали значительно большее разнообразие среди штаммов *E. coli* у цыплят наименьшей массы, в сравнении с цыплятами нормативной массы. Полученные данные могут способствовать дальнейшему пониманию влияния микробиоты на здоровье и продуктивность животных, а также помогут разработать стратегии по улучшению состояния птицеводства.

Ключевые слова: *Escherichia coli*, цыплята-бройлеры, ROSS 308, ERIC-PCR, генетическое разнообразие, эшерихиоз

Введение. Кишечная палочка (*Escherichia coli*) – условно-патогенный микроорганизм, постоянно присутствующий в желудочно-кишечном тракте птиц. В норме она выполняет ряд полезных функций, однако при снижении резистентности организма, нарушениях технологии выращивания или воздействии иных стрессовых факторов способна вызывать эшерихиоз – широко распространённое заболевание сельскохозяйственной птицы, ведущее к значительным экономическим потерям [1-3].

Особую актуальность проблема приобретает в промышленном бройлерном птицеводстве, где интенсивные технологии содержания создают предпосылки для быстрого распространения инфекций. Цыплята-бройлеры кросса ROSS 308, отличающиеся высокими темпами прироста массы, особенно чувствительны к микробным агентам: даже

субклинические формы коли-инфекции могут приводить к отставанию в росте, снижению конверсии корма и повышению смертности [4-6].

Актуальность исследования обусловлена следующими факторами: ростом резистентности *E. coli* к антимикробным препаратам, что ограничивает возможности терапии; недостаточной изученностью генетического разнообразия штаммов *E. coli*, циркулирующих на птицефабриках, и их связи с клиническими проявлениями заболевания; необходимостью разработки дифференцированных профилактических и лечебных мероприятий, основанных на молекулярно-генетической характеристике возбудителя [7-9].

Цель работы – изучить генетическое разнообразие изолятов *E. coli*, выделенных от цыплят-бройлеров кросса ROSS 308, отстающих по массе, с использованием метода ERIC-PCR (Enterobacterial Repetitive Intergenic)

Научная новизна работы заключается в применении метода ERIC-PCR для оценки генетического полиморфизма *E. coli* у бройлеров ROSS 308 в условиях реальных птицефабрик.

Материалы и методы. Изоляцию культур кишечной палочки проводили из клоакальных смывов цыплят-бройлеров кросса ROSS 308 в возрасте 30 дней. Для исследований отбирали клинически-здоровых цыплят наименьшей массы (не менее 10 голов) и наибольшей массы (также не менее 10 голов). Птицефабрика характеризовалась стойким эпизоотическим благополучием, низкой инцидентностью колибактериозов, сохранностью в пределах 96-95% и, в целом, нормативным весом. В течение 7 дней перед диагностическим убоем антибиотик не применялись. Проводили диагностический убой, отбирали образцы кишечного содержимого из слепой кишки, проводили рассев на среде Эндо, с последующей изоляцией не менее 10 колоний от каждой птицы. Для межпопуляционных сравнений использовали изоляты *E.coli* выделенные из кишечника и внутренних органов ремонтного молодняка и птицы род. стад, фекалий и внутренних органов свиней в различных регионах РФ (Белгородская, Новгородская, Новосибирская и Кемеровская области), также использовали культуры кишечной палочки выделенные от клинически здоровых людей. Посевы проводили на среду Эндо и SDS бульон [7], после получения чистой культуры проверяли на наличие бетта-галактозидазной и глюкуронидазной активности на среде уриселект 4 (BioRad).

Выделение ДНК из образцов кишечного содержимого и культур бактерий проводили силико-сорбционным методом.

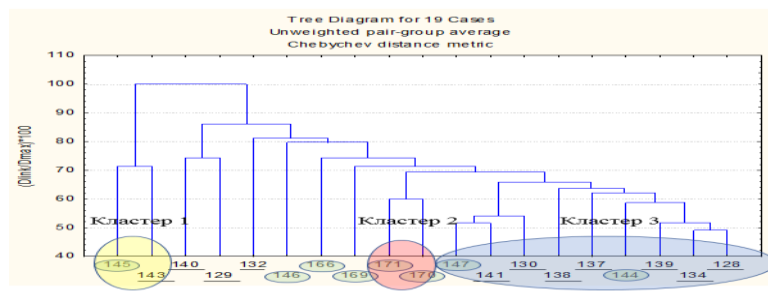
Оценку генетического разнообразия кишечной палочки проводили методом ERIC – PCR. Электрофорез продуктов ПЦР проводили в 6% ПААГ. ДНК окрашивали 0,1% раствором бромистого этидия и визуализировали с использованием трансиллюминатора. Для оценки генетической гетерогенности культур бактерий ставили ERIC-ПЦР геномной ДНК с стандартных праймеров [8]: ERIC1 5'-ATGTAAGCTCCTGGGGATTAC-3' ERIC2 5'-AAGTAAGTGAAGTGGGGTGAGCG-3'. ПЦР проводили по программе, проставленной в ПЦР проводили в конечном объеме 20 мкл, содержащем 67 мМ трис-НCl (pH 8,9), 16 мМ (NH₄)₂SO₄; 2,4 мМ MgCl₂; 0,01% Твин 20; 0,2 мМ дНТФ; 0,3 мкМ растворы олигонуклеотидных праймеров, 1-2 ед. Hotstart Taq-ДНК полимеразы. Результаты ERIC-ПЦР оценивали электрофоретически в 6% ПААГ. Визуализацию гелей осуществляли после окрашивания SYBRGreenI в трансиллюминаторе Gel Doc XR+ (Bio-Rad) с помощью трансиллюминатора GelDoc BioRad. Обработку изображений осуществляли с использованием ПО ImageLab (BioRad).

Программа температурных режимов ERIC – ПЦР

Этап	Температура, °С	Время	Кол-во циклов
1	95	20 с	38
2	51,4	1 мин	
3	72	40 с	

Результаты исследований. Все полученные изоляты были выделены из желудочно-кишечного тракта, от разных корпусов и были поделены на больших и маленьких. Для определения разнообразия генотипов *E. coli*, подавляющее большинство изолятов (но не все) были не идентичны. Как следует из результатов кластерного анализа (см. рисунок), часть культур ожидаемо были генетически однородны именно у цыплят с наименьшей массой (укладываются в кластер 3). Как правило, это свидетельствует о клональности некоторых изолятов, т.е. принадлежности к одному штамму или недавнему периоду начала дивергентного развития.

Большая часть изолятов кишечной палочки полученных из кишечника цыплят наибольшей массы не пересекаются с кластерами куда попадает основная масса изолятов от цыплят наименьшей массы. Можно утверждать что они не кластеризуются вообще, либо формируют кластер с довольно высоким биоразнообразием. Часть изолятов кишечной палочки, полученных из кишечника цыплят-бройлеров наименьшей массы отличаются от большинства изолятов, но при этом, локализуясь на отдельных ветвях дендрограммы обладают наибольшим генетическим разнообразием. При увеличении размера выборки (рисунок обеднен для удобства восприятия), появляется понимание что группы цыплят с низкой массой тушки характеризуются наибольшим генетическим разнообразием изолятов кишечной палочки.



Дендрограмма изолятов кишечной палочки, выделенных от цыплят-бройлеров наименьшей (подчеркивание) и наибольшей массы, UPGMA

Представляет интерес тот факт, что генетическое разнообразие *E. coli* в составе кишечной микробиоты различалось существенным образом между группами цыплят с наименьшим и наибольшей массой, несмотря на их содержание в одном птичнике. Эволюционные дистанции между изолятами *E. coli* были наибольшими у цыплят наименьшей массы, в сравнении с наибольшей массой тела. Следует отметить отсутствие коли-инфекции в летальной или клинической форме, что объясняет отсутствие клональности у цыплят наименьшей массы. Сочетание кластера с низкой генетической гетерогенностью и не кластеризуемых изолятов с наибольшей генетической гетерогенностью может быть объяснено дисбалансом в формировании кооперационного внутривидового антагонизма. Одна из гипотез, объясняющих снижение массы тушки, связана с тем, что большое генетическое и антигенное разнообразие кишечной палочки создает и большую нагрузку на иммунную систему, что приводит к ухудшению конверсии корма. Конкурентная гипотеза заключается в мальабсорбции и снижении конкуренции между штаммами гнилостной микрофлоры ввиду избытка доступных микронутриентов.

Выводы

1. У цыплят бройлеров ROSS 308 с отставанием по массе выявлено значимо большее генетическое разнообразие штаммов *E. coli* в кишечной микробиоте по сравнению с птицами нормальной массой.

2. Метод ERIC – PCR позволяет эффективно выявлять генетическую гетерогенность популяций *E. coli* в реальных производственных условиях.

3. Результаты указывают на потенциальную роль дисбаланса кишечной микробиоты в снижении продуктивности бройлеров, что требует дальнейшего изучения для разработки целевых профилактических мер.

Список литературы

1. Булатов А.С., Кузнецов А.Ф., Шумилов В.И. Инфекционные болезни птиц: справ. - М.: Агропромиздат, 2005. - 384 с.
2. Кононенко И.А., Пименов Н.В. Молекулярно-генетические методы в ветеринарной бактериологии: руководство. - СПб.: Лань, 2018. - 256 с.
3. Szmolka A., Nagy B. Avian pathogenomics: the basis for understanding host-pathogen interactions // Vet. Microbiol. - 2013. - Vol. 167. - No. 1–2. - P. 3–11.
4. Clements A., Young I.C., Constantinidou C. et al. The growth-regulated Escherichia coli sRNA Escherichia coli small RNA (EsrE) regulates genes involved in the biosynthesis of the amino acid tryptophan // J. Bacteriol. - 2023. - Vol. 205. - No. 12. – P. e0001223.
5. Zhang S., Blyn L.B., Tatum F.M. et al. Molecular epidemiology of Escherichia coli infections in poultry // Poultry Sci. - 2017. - Vol. 96. - No. 7. - P. 2345–2354.
6. Johnson T.J., Kariyawasam S., Wannemuehler Y. et al. Genome sequences of avian pathogenic Escherichia coli strains from diverse avian species // J. Bacteriol. - 2011. - Vol. 193. - No. 1. - P. 286–287
7. Афонюшкин В.Н., Черепушкина В.С. Молекулярные методы оценки генетического разнообразия бактериальных патогенов в птицеводстве: практ. руководство. - Краснообск: СФНЦА РАН, 2024. - 64 с.
8. Афонюшкин В.Н. Методические указания по лабораторной диагностике эшерихиоза птиц. - Новосибирск: СФНЦА РАН, 2022. - 48 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-288>
УДК 616.2:[6646658.562]

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Шиндина Д.В., студент

Научный руководитель – Козлов В.И., д-р мед. наук

Сочинский институт (филиал) Российского университета дружбы народов
им. Патриса Лумумбы, Сочи, Россия

e-mail: tulska.darya@bk.ru; kozlov-kem@mail.ru

Аннотация. Оценка эффективности ветеринарно-санитарной экспертизы в настоящее время осуществляется на основе выявления случаев несоответствия качества продуктов требованиям международных и национальных норм, стандартов, технических регламентов и другим нормативам. Для этого используются преимущественно такие показатели как число «нестандартных» проб (т.е. число анализов, результаты которых не отвечают требованиям нормативов), число забракованных партий и др. и на этой основе делается вывод об эффективности этой деятельности. Однако ветеринарно-санитарная экспертиза является услугой и для оценки качества ее проведения наряду с другими показателями должны учитываться также те показатели, которые отражают степень удовлетворенности потребителя этой услуги, то есть покупателя продуктов питания.

Ключевые слова: локальные продукты, ветеринарно-санитарная экспертиза, удовлетворенность

Введение. Несмотря на то, что низкие торговые издержки, надежность поставщиков, устоявшаяся логистика и др. преимущества позволяют торговым сетям расширять свое присутствие на рынке продовольственных товаров, интерес покупателей к продукции домашних хозяйств, фермеров и др. местных сельхозпроизводителей постоянно возрастает. Эти предпочтения хорошо уловили крупные торговые сети («Пятерочка», «Магнит» и др.) и все шире включают в свой ассортимент так называемую локальную продукцию, под которой понимается та, которая производится в том же регионе, где она и потребляется.

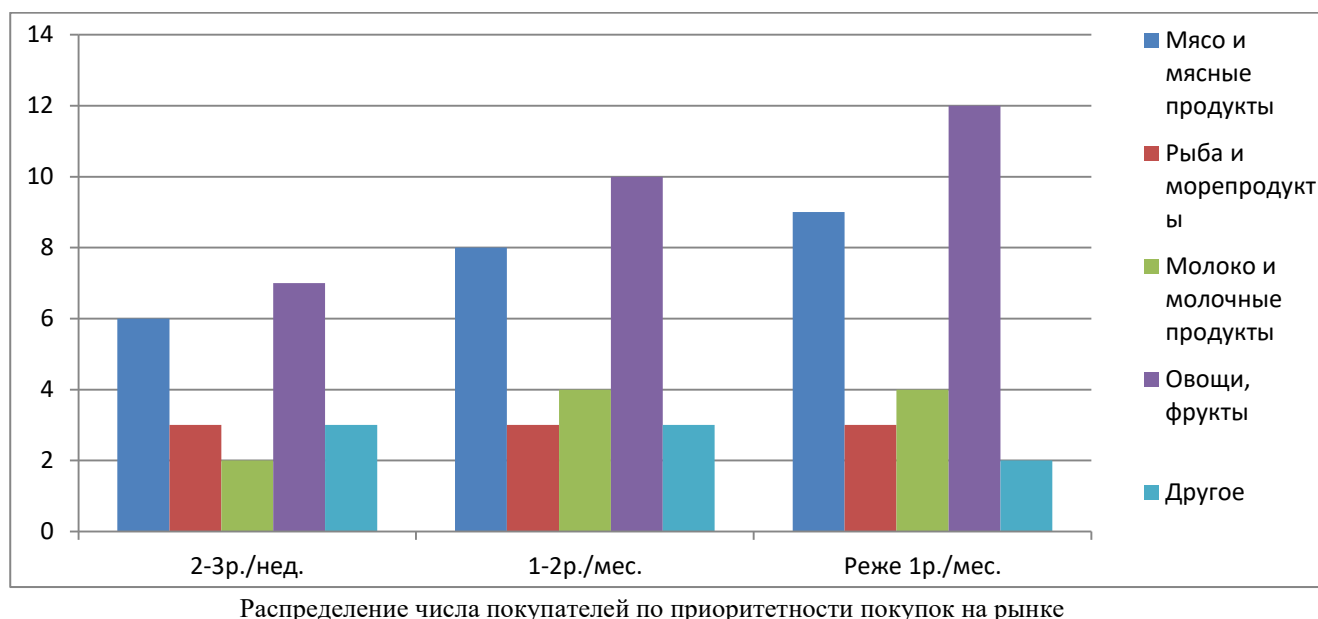
Актуальность исследования определяется повышением интереса как покупателей, так и торговых организаций к местным продуктам питания. Это обстоятельство, в свою очередь, сопровождается ростом популярности у населения продовольственных рынков и других мелких торговых точек, что увеличивает значимость контроля за безопасностью продуктов на местах. Одной из важнейших систем, созданных с целью обеспечения населения безопасными и качественными продуктами, является ветеринарно-санитарная экспертиза (ВСЭ) сельскохозяйственного сырья животного и растительного происхождения [1]. Очевидно, что увеличение числа мелких производителей и торговых точек требует не только поддержания на высоком уровне качества ВСЭ, но и постоянного повышения ее эффективности. В то же время методы оценки ее эффективности, сводящиеся, в конечном итоге, к сравнению количества так называемых нестандартных результатов анализов качества сельхозпродукции, представляется неполной, а методологический подход - не вполне адекватным. Дело в том, что сложившаяся практика не учитывает то обстоятельство, что осуществляемая ВСЭ, являясь, по сути, услугой, проводится по заказу потребителя в виде государства, общества и/или отдельного человека с целью удовлетворения их потребностей [2]. На то, что проведение ВСЭ продовольственного сырья и пищевых продуктов является услугой прямо, указывается в недавно опубликованном нормативном документе «Правила оказания платных ветеринарных услуг», введенном в действие Постановлением Правительства РФ от 30.04.2025 № 579 [3].

Таким образом, по существу, сложилась ситуация, когда услуга оценивается не потребителем, а самим поставщиком этой услуги. Представляется, что оценка качества ВСЭ как услуги очевидно не тождественна оценке ВСЭ как результата исследования того или иного продукта или сырья. Кроме того, следует иметь в виду, что потребитель не только пользуется услугой, но является соучастником процесса ее оказания. Так, согласно ГОСТ для оценки и контроля качества услуг (в том числе и ВСЭ) наряду с другими предусмотрены такие критерии, как удовлетворенность потребителей качеством услуг [4].

Цель исследования заключается в изучении оценки эффективности ВСЭ со стороны конечного потребителя ее услуг – покупателя на продовольственном рынке г. Сочи.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование проводилось методом социологического опроса покупателей с помощью анкет на бумажном носителе, которая включает 15 вопросов. В опросе участвовали 49 покупателей рынка «Апельсин» разного пола и возраста. Большинство составили женщины (42 человека). В работе был использован комплекс стандартных статистических методов. Опрос производился в период с 16 по 27 декабря 2025 года в письменной форме и сопровождался пояснением (в случае необходимости) сути вопроса. Основные респонденты - женщины в возрасте 26-45 лет.

Изучение предпочтений покупателей показало, что при покупках не реже 1-2 раз в месяц основными категориями продуктов являются мясо и мясные продукты, а также овощи и фрукты. На рисунке представлены результаты, отражающие приоритеты в приобретении продуктов на продовольственном рынке г. Сочи.



Данные рисунка подтверждают то, что скоропортящиеся продукты приобретаются постоянно, тогда как овощи закупаются больше «впрок» - реже 1 раза в месяц.

О степени эффективности ВСЭ можно судить по наличию доверия покупателей к результатам этой деятельности. При этом следует подчеркнуть, что 53% знали о проведении на рынке ВСЭ только приблизительно, 16% - даже не подозревали о наличии здесь структур, осуществляющих ВСЭ продуктов. По признаку доверия (полного или частичного) респонденты распределились следующим образом. Около 61% опрошенных выводам ВСЭ о безопасности и качестве продуктов доверяют, а более трети опрошенных (39%) в качестве экспертизы сомневаются. Учитывая то обстоятельство, что респонденты на прямо поставленные вопросы ответы по тем или иным соображениям могут исказить, был задан вопрос о количестве отказов в покупке продуктов в разных группах респондентов по степени их доверия результатам ВСЭ (табл. 1).

Таблица 1

Поведение респондентов в случае выявления продукта сомнительного качества (n = 49)

Уровень доверия к ВСЭ	Число покупателей по виду действий при некачественном товаре, %			
	Отказ	Жалоба продавцу	Отказ и претензия продавцу	Никогда не встречался с некачественным товаром
Полностью доверяю	50,0	0	33,3	16,7
Скорее доверяю, чем не доверяю	41,6	4,2	41,6	12,6
Скорее не доверяю, чем доверяю	58,8	11,7	11,7	17,8
Полностью не доверяю	100	0	0	0

Из приведенных в таблице данных видно, что не доверяющие ВСЭ покупатели более строго и категорично отказываются от покупок – 100% случаев, чем те, которые полностью или частично доверяют результатам ВСЭ. Исходя из этого, можно предположить, что недоверие к ВСЭ формирует скептицизм в отношении покупки и стимулирует отказ от нее, в то время как доверие, наоборот, способствует готовности потребителя даже в случае сомнения в качестве продукции взаимодействовать с продавцом, что, очевидно, способствует продажам, в чем рынок должен быть, конечно, заинтересован.

Несмотря на наличие экспертизы продуктов, потребитель практически всегда стремится удостовериться в их качестве с помощью доступных для него средств [5]. В своей работе мы сделали попытку изучить, как статистически связаны показатели степени доверия

к организации на рынке ВСЭ с опорой только на собственные возможности при оценке качества приобретаемых продуктов (табл. 2).

Таблица 2

**Использование разных способов определения качества продуктов
в группах по доверию к результатам ВСЭ (n = 49)**

Способы определения качества продукта при покупке	Число лиц, по группам доверия к ВСЭ			
	Доверяю полностью	Скорее да, чем нет	Скорее нет, чем да	Не доверяю полностью
Только органы чувств	16,6	38,8	38,8	5,8
Только сроки годности	0	0	100	0
Органы чувств и сроки годности	11,2	62,9	25,9	0
Ничего не проверяют	0	0	66,7	33,3

Приведенные в таблице результаты исследования, свидетельствуют о том, что среди доверяющих ВСЭ респондентов, более половины (62,9%) при оценке качества продуктов, полагаются на органы чувств и проверяют сроки годности. С понижением уровня доверия к ВСЭ, покупатели полагаются только на сроки годности – 100% или же отказываются от контроля качества полностью, ничего не проверяя – 66,7%. Эти данные подчеркивают важность репутации системы контроля для ответственного потребительского поведения.

Известно, что потребитель, являясь слабой стороной в отношениях с продавцом, тем не менее имеет возможности для защиты своих интересов. Так, в случае продажи товара ненадлежащего качества у потребителя есть возможность потребовать его замены на качественный [6, 7]. В работе был сделан анализ результатов опроса, позволяющих судить о том, насколько эта возможность покупателями рынка реализуется на практике (табл. 3).

Таблица 3

Действия при некачественном товаре и уровень доверия к ВСЭ (n = 39)

Действия при столкновении с некачественным товаром	Число респондентов по уровню доверия ВСЭ, %			
	Доверяю полностью	Скорее да, чем нет	Скорее нет, чем да	Не доверяю полностью
Отказ от покупки	12,0	40,0	40,0	8,0
Отказ и жалоба продавцу	14,3	71,4	14,3	0

Как следует из приведенных в таблице данных, те респонденты, которые относятся с доверием к ВСЭ, при выявлении некачественного товара демонстрируют уверенность в работе существующей системы и отстаивают свои права, предъявляя жалобу продавцу – 85,7%. В то же время среди предъявляющих продавцу претензии, число не доверяющих сложившейся системе оценки качества продуктов составляет всего 14,3%.

Таким образом, чем ниже доверие к существующей на рынке системе контроля за качеством продуктов (ВСЭ), тем ниже активность покупателя в защите своих прав. Так 48,0% респондентов не видят смысла предъявлять продавцу претензии и просто отказываются от покупки.

Результаты проведенного исследования подтверждают мнение о том, что оценка качества и эффективности ВСЭ должна осуществляться не только основе изучения и анализа показателей лабораторных исследований, но и через призму удовлетворенности людей качеством продуктов питания, под которой понимается степень соответствия между ожидаемыми и реальными потребительскими свойствами соответствующего товара.

Список литературы

1. О ветеринарии: закон РФ от 14.05.1993 № 4979-1 (ред. от 29.12.2025). - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/
2. Тверской М.Ю. Retailing для русскоговорящих: управление предприятием розничной торговли. - СПб.: Питер, 2022. - 480 с.

3. Об утверждении Правил оказания платных ветеринарных услуг: Постановление Правительства РФ от 30.04.2025 № 579. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202504300055>.
4. ГОСТ Р 59362-2021. Услуги населению. Методики измерения качества услуг. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/75449/>.
5. Cranage D.A., Conklin M.T., Lambert C.U. (2020) Потребительский выбор продуктов питания: факторы, текущее состояние и ожидаемые изменения 637 2004. Nutrition information influences perceptions of food quality, food consumption behavior and intention to repurchase. Journal of Foodservice Business Research 7 (1): 43–62.
6. Гражданский кодекс Российской Федерации. - Ст. 503. - URL: <https://base.garant.ru/10164072/>.
7. О защите прав потребителей: закон РФ от 7 февраля 1992 г. № 2300-I. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/.

<https://doi.org/10.26898/2026-289>
УДК 619:615.3+58:615.4+547.92

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ CO₂-ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ВЕТЕРИНАРИИ

Шкиль Н.Н., д-р вет. наук, доцент,
Миловидов Д.В., н.с.,

Рожков О.А., канд. вет. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: nicola07@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены исследования технологии сверхкритической CO₂-экстракции для выделения биологически активных веществ растений, которая значительно (более чем в 100 раз) превосходит спиртовую дистилляцию как по количеству выделяемых элементов, так и по их качественному составу. Биологически активные компоненты, которые могут быть использованы в различных рецептурах и продуктах (например, обладающие омолаживающими, антибактериальными, противоопухолевыми, антидепрессивными, противогрибковыми, противовоспалительными, антиоксидантными, противопаразитарными, противовирусными и антистрессовыми свойствами), являются биологически возобновляемыми химическими веществами высокой ценности.

Ключевые слова: сверхкритическая CO₂-экстракция, антибактериальная активность, *S. Aureus*

Промышленное развитие животноводства привело к возникновению патологий обусловленных технологией содержания и кормления животных, которые включают в себя иммунодефициты и связанные с ними инфекционные патологии, а так же незаразные болезни в виде нарушения обмена веществ. Решение этих проблем чаще всего включает применение методов химиотерапии, активной и пассивной иммунизации, а так же включение в рацион биологически активных веществ. В связи с этим мировое сообщество исследователей всё чаще обращает своё внимание на развитие альтернативных методов лечения и профилактики болезней. Одним из способов является использование фитобиотиков получаемых из растительного сырья обладающих иммуностимулирующими, антиоксидантными, противовоспалительными, антибактериальными свойствами. Технология использованием сверхкритической CO₂-экстракции для выделения биологически активных

веществ значительно (более чем в 100 раз) превосходит спиртовую дистилляцию, как по количеству выделяемых элементов, так и по их качественному составу.

Растения производят множество ценных химических веществ (например, вторичные метаболиты), обладающих широким спектром биологической активности, которые могут быть использованы во многих отраслях промышленности (например, в сельском хозяйстве, косметике, лекарствах, нейтрацеллюлозах, продуктах домашнего обихода и т.д.). Воздействие различных условий окружающей среды, а также их обработка (например, воздействие химических веществ) может повлиять на химический состав этих растений и, в свою очередь, на то, какие химические вещества будут преобладать в них. Эфирные масла (ЭМ) обычно имеют сложный состав (более 300 органических соединений, например, алкалоиды, флавоноиды, фенольные кислоты, сапонины и терпены) и получают из растительного сырья определенного растительного происхождения путем сухой/паровой дистилляции или подходящим механическим способом (без нагревания). В некоторых случаях в ЭМ может быть добавлен антиоксидант (ЭМ производятся более чем 17 500 видами растений, но в продаже имеется только около 250 видов ЭМ). Изученная биологическая активность химических веществ, вырабатываемых растениями, повышает их ценность, стимулируя инвестиции в их производство, экстракцию и анализ. Традиционные методы эффективного извлечения биомолекул растительного происхождения включают холодное прессование и гидро/паровую дистилляцию; более новые методы включают экстракцию растворителем/Сокслетом и устойчивые процессы, которые сокращают количество отходов, сокращают время обработки и обеспечивают конкурентоспособные урожаи, примерами которых являются экстракция с помощью микроволновой печи (MAE), экстракция с помощью ультразвука (UAE), докритическая экстракция водой (SWE) и сверхкритическая экстракция CO₂ (scCO₂). После экстрагирования для анализа содержания ценных экстрактов в данном сырье могут быть использованы аналитические методы, такие как хроматография и масс-спектрометрия. Биологически активные компоненты, которые могут быть использованы в различных рецептурах и продуктах (например, обладающие омолаживающими, антибактериальными, противоопухолевыми, антидепрессивными, противогрибковыми, противовоспалительными, антиоксидантными, противопаразитарными, противовирусными и антистрессовыми свойствами), являются биологически возобновляемыми химическими веществами высокой ценности [1].

Эфирные масла проявляют антибактериальную активность в отношении пищевых патогенов, механизм, лежащий в их основе, изучен недостаточно. Эфирное масло имбиря (GEO) с использованием сверхкритической CO₂-экстракции и паровой дистилляции. показало, что основными компонентами были зингиберен и α -куркумен. Была исследована их антибактериальная активность и связанный с ней механизм в отношении золотистого стафилококка и кишечной палочки. Диаметр зоны ингибирования (DIZ) GEO против *S. aureus* составлял 17,1 мм при минимальной концентрации ингибирования (MIC) 1,0 мг/мл и минимальной концентрации бактерицида (MBC) 2,0 мг/мл. Для *E. coli* DIZ составил 12,3 мм при значениях MIC и MBC 2,0 и 4,0 мг/мл соответственно. Анализ SDS-PAGE показал, что некоторые из полос электрофоретических белков бактериальных клеток исчезали с увеличением концентрации GEO. В результате содержание нуклеиновых кислот в бактериальной суспензии значительно повысилось, а метаболическая активность бактерий заметно снизилась. Таким образом, GEO может ингибировать экспрессию некоторых генов, связанных с энергетическим обменом бактерий, циклом трикарбоновых кислот, белками, связанными с клеточными мембранами, и метаболизмом ДНК. Результаты свидетельствуют о бактерицидном действии GEO, прежде всего, за счет разрушения клеточной мембраны бактерий, что указывает на его пригодность для хранения пищевых продуктов [2].

Сверхкритическая жидкостная CO₂-экстракция как экологически чистая технология была применена для выделения биологически активных экстрактов из плодов сельдерея и петрушки, которые могут быть использованы в медицине, ветеринарии и пищевой

промышленности. Экстракцию проводили при умеренных температурных режимах 39,85 °C и давлении 10 и 30 МПа. Экстракты были проанализированы на предмет их химического состава, антибактериальной активности и цитотоксического действия. Седанолид был доминирующим компонентом экстрактов плодов сельдерея, составляя более 70,0 % полученной фракции, в то время как содержание апиола в CO₂-экстрактах плодов петрушки превышало 85,0 %. Экстракт петрушки, полученный при 10 МПа, продемонстрировал сильное и умеренно сильное антибактериальное действие против штаммов *Bacillus* с полученными МПК 160-640 мкг/мл и слабую активность против стафилококков, листерий и сальмонелл с МПК 2560 мкг/мл. Исследование цитотоксичности показало, что экстракты с доказанной антибактериальной активностью не оказывали цитотоксического действия на клетки почек кроликов в концентрациях до 640 мкг/мл. [3].

В эксперименте по сверхкритической экстракции CO₂ факторами, влияющими на выход чесночного масла, были: давление экстракции > температура экстракции > время экстракции в порядке убывания. Анализ диапазона показал, что оптимальными условиями эксперимента для сверхкритической экстракции чесночного масла CO₂ были давление экстракции 15 Мпа, температура 40 °C и продолжительность 1 ч. Различные концентрации чесночного масла могут подавлять рост золотистого стафилококка, кишечной палочки и *Bacillus subtilis*, что позволяет предположить, что чесночное масло обладает эффективным антибактериальным действием. Оптимальными экспериментальными условиями для сверхкритической экстракции чесночного масла CO₂ были: давление экстракции 15 Мпа, температура 40 °C и продолжительность 1 ч; чесночное масло обладает антибактериальным действием [4].

Приведённые данные о исследовании растений содержания биологически активных веществ показали наличие перспектив в использовании в ветеринарии. Кроме того, необходимо проводить аналогичные исследования растительного сырья полученного в условиях западно-Сибирского района, так как содержание лекарственных и токсических веществ значительно отличается в разных регионах Земли.

Список литературы

1. Kapadia P., Newell A.S., Cunningham J., Roberts M.R. Extraction of High-Value Chemicals from Plants for Technical and Medical Applications // Int J Mol Sci. – 2022. – No. 23(18). – P. 10334. DOI: 10.3390/ijms231810334.
2. Wang X., Shen Y., Thakur K., Han J. Antibacterial Activity and Mechanism of Ginger Essential Oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* // Molecules. – 2020. – Vol. 25 (17). – P. 3955. DOI: 10.3390/molecules25173955.
3. Misic D., Tadic V., Korzeniowska M., Nisavic J., Aksentijevic K. Supercritical Fluid Extraction of Celery and Parsley Fruit-Chemical Composition and Antibacterial Activity // Molecules. 2020. – Vol. 25 (14). – P. 3163. DOI: 10.3390/molecules25143163.
4. Guo Y. Experimental study on the optimization of extraction process of garlic oil and its antibacterial effects // Afr J Tradit Complement Altern Med. – 2014. – Vol. 11 (2). – P. 411-4. DOI: 10.4314/ajtcam.v11i2.27.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОМА ТОЛСТОГО КИШЕЧНИКА ТЕЛЯТ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН ПРОБИОТИКОВ

Шнякина Т.Н., д-р вет. наук

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Троицк, Россия

e-mail: shnyakina-t@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния пробиотических препаратов на состояние микробиома толстого кишечника телят, больных гастроэнтеритом. Эксперимент проводился на 30 телятах профилактического возраста с клиническими признаками дисбиоза. Животные были разделены на две группы: первой применялся пробиотик «Здоровяк» на основе *Bacillus* и *Microbacterium*, второй – «Бифидум-СХЖ» на основе бифидобактерий, в дополнение к базовой антибактериальной и патогенетической терапии (метрогил, раствор Рингера – Локка). До лечения у всех телят отмечалась диарея, гипертермия, лейкоцитоз, анемия и высокая обсеменённость фекалий условно-патогенной микрофлорой (токсигенная *E. coli*, *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Streptococcus faecalis*). После курса лечения в обеих группах зафиксирована нормализация температуры тела, значительное улучшение гематологических показателей и снижение количества условно-патогенных микроорганизмов в фекалиях. Результаты подтверждают эффективность включения пробиотиков в схему коррекции дисбиоза и восстановления нормофлоры кишечника телят.

Ключевые слова: телята, дисбиоз, микробиом, пробиотики, *Bacillus*, бифидобактерии, лечение, гематологические показатели, условно-патогенная микрофлора

Российская Федерация занимает лидирующие позиции на рынке животноводческой продукции, что обеспечивается, в том числе, эффективной организацией сельскохозяйственного производства и ветеринарного обслуживания [4, 9, 10]. Однако в процессе выращивания продуктивных животных, особенно молодняка, сохраняется ряд серьёзных проблем, связанных с массовой заболеваемостью, летальностью, снижением продуктивности и, как следствие, значительным экономическим ущербом [1, 5]. Среди заболеваний молодняка крупного рогатого скота доминирующее положение занимают патологии желудочно-кишечного тракта, проявляющиеся, в частности, в форме гастроэнтеритов и дисбиозов кишечника [3, 7]. Данные состояния, особенно в ранний постнатальный период, сопровождаются диарейным синдромом, интоксикацией, нарушением обмена веществ и снижением общей резистентности организма, что требует комплексных подходов к лечению и профилактике. Важнейшим звеном патогенеза желудочно-кишечных заболеваний является нарушение микробиоценоза кишечника – дисбиоз, характеризующийся снижением количества нормофлоры и избыточным ростом условно-патогенных микроорганизмов. Традиционная терапия, включающая антибактериальные средства, сорбенты и регидратацию, хотя и направлена на устранение причины и симптомов, зачастую не обеспечивает полноценного и быстрого восстановления естественного микробного баланса. В этой связи всё большее внимание уделяется применению пробиотиков – препаратов, содержащих живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах оказывают благотворное влияние на здоровье хозяина. Пробиотики способны конкурентно вытеснять патогенную и условно-патогенную микрофлору, стимулировать местный и общий иммунитет, нормализовать метаболические процессы и процессы пищеварения [2, 6, 8].

Изучение сравнительной эффективности пробиотических препаратов на основе различных штаммов микроорганизмов в условиях реального животноводческого хозяйства представляется актуальной задачей для разработки научно обоснованных схем коррекции дисбиозов у телят.

Целью исследования являлась сравнительная оценка влияния пробиотических препаратов «Здоровяк» и «Бифидум-СХЖ» на динамику клинического состояния, гематологических показателей и состав микробиома толстого кишечника у телят с признаками дисбиоза на фоне стандартной терапии. При проведении исследований согласно цели мы определили одно хозяйство с формой собственности КФХ, находящееся в умеренных климатических широтах Южного Урала, и при этом хозяйство специализируется как на выращивании крупного рогатого скота на мясо, так и выращивании телят для продажи в различные области Южного Урала. При планировании эксперимента и его осуществлении в рамках плана мы тщательно изучали как литературные источники по данной проблематике так и ветеринарную отчетность хозяйства. В 2025 году после результатов клинического осмотра поголовья были отобраны телята в количестве 30 голов для проведения исследований по эффективности применения пробиотиков в кормах для снижения воспалительных процессов в кишечнике и нормализации размножения нормофлоры в организме телят. Проводили общий клинический осмотр, микробиологическое исследование свежих фекалий и ОАК. При микробиологических исследованиях основным материалом являлись свежие фекалии от телят, профилактического возраста (до 21 дня) с клинической картиной дисбиоза. Полученные результаты исследований клинического статуса телят показали, что у 100 % животных из обеих групп наблюдались явления дисбиоза с преобладанием диарейного синдрома на протяжении нескольких суток, даже при применении сорбентов и замещающей терапии солевыми растворами и патогенетической терапии с применением антибактериального средства. В первой группе телятам применяли метрогил раствор в соответствии с инструкцией, раствор Рингера – Локка в дозе 100 мл на 10 кг веса животного два раза в день подкожно и пробиотик «Здоровяк», состоящем из биомассы микроорганизмов рода *Bacillus* и *Microbacterium*, а также воды и натрия хлорида в дозах 10 мл на голову с водой один раз в день в течение 7 суток. Во второй группе применяли метрогил раствор в соответствии с инструкцией, раствор Рингера – Локка в дозе 100 мл на 10 кг веса животного два раза в день подкожно и пробиотик «Бифидум - СХЖ», с входящими в состав препарата бифидобактериями, которые обладают высокой антагонистической активностью по отношению к условно-патогенным микроорганизмам и нормализуют микрофлору кишечника, повышают неспецифическую резистентность организма. Применяли Бифидум по следующей схеме 20 доз на голову с водой один раз в день в течение 10 суток. Также у телят отмечали достаточно высокую температуру тела, так в первый день исследований температура тела была от 39,7 до 40,5 °С по первой опытной группе и от 39,8 и до 40,4 °С, а после проведения специфического лечения раствором метрогила и пробиотиками температура у телят из обеих групп снизилась до нормальных значений. При учете результатов микробиологического исследования фекалий отмечалось, что до лечения в кале у телят в большом количестве (свыше 15*КОЕ/10⁵) обнаруживали токсигенную кишечную палочку, протей обыкновенный, сальмонеллы нетоксигенные, фекальный стрептококк. После лечения микрофлора имела значительные различия: токсигенная кишечная палочка 3-4*КОЕ/10⁵, протей обыкновенный 1-2*КОЕ/10⁵, сальмонеллы нетоксигенные 3-4*КОЕ/10⁵, фекальный стрептококк 6-7*КОЕ/10⁵. Анализировали результаты общего исследования крови, по данным полученным в первый день эксперимента мы отмечали, что у телят обеих опытных групп наблюдался выраженный лейкоцитоз. Значения почти вдвое превышали среднюю норму для здоровых животных, что указывало на наличие в организме острого воспалительного процесса и активацию иммунной системы в ответ на инфекцию и дисбиоз кишечника. Количество эритроцитов у больных телят было ниже нормы, что свидетельствовало об анемии. Анемия могла развиваться

вследствие хронического воспаления, нарушений всасывания питательных веществ в кишечнике и, возможно, скрытых кровопотерь. Уровень гемоглобина также был снижен относительно нормы, что является прямым следствием эритропении и подтверждает наличие анемического синдрома. Показатели СОЭ значительно превышали нормальное значение. Ускоренная СОЭ - это классический маркер воспалительного процесса и интоксикации организма. Данные представлены в таблице.

Показатели гематологического статуса телят, больных гастроэнтеритом, до и после лечения ($M \pm m$; $n = 10$)

Показатель	Среднее значение нормы	1-й день		14-й день	
		опытная группа № 1	опытная группа № 2	опытная группа № 1	опытная группа № 2
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	9,4	18,11 $\pm$ 1,32	17,71 $\pm$ 1,11	8,25 $\pm$ 0,11	8,71 $\pm$ 0,72
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	8,31	6,15 $\pm$ 0,45	6,14 $\pm$ 0,41	7,11 $\pm$ 0,21	7,23 $\pm$ 0,42
Гемоглобин, г/л	110,0	96,11 $\pm$ 1,21	97,13 $\pm$ 1,31	118,3 $\pm$ 2,53	117,60 $\pm$ 2,12
СОЭ, мм/ч	1,0	6,23 $\pm$ 1,11	6,13 $\pm$ 1,12	2,0 $\pm$ 0,50	2,0 $\pm$ 0,50

После лечения, включавшего антибактериальное средство, регидратацию и пробиотики «Здоровяк» и «Бифидум-СХЖ», во всех исследуемых параметрах зафиксирована выраженная положительная динамика, приблизившая их к физиологической норме.

Уровень лейкоцитов нормализовался. Значения находятся в пределах нормы, что указывает на купирование острого воспаления. Количество эритроцитов увеличилось до 7,11 $\pm$ 0,21 $\times 10^{12}/\text{л}$ и 7,23 $\pm$ 0,42 $\times 10^{12}/\text{л}$. Хотя показатель не полностью достиг нормы, наблюдается значительный и статистически достоверный рост, свидетельствующий о восстановлении эритропоэза и улучшении общего состояния животных. Уровень гемоглобина не только нормализовался, но и превысил среднее нормативное значение, составив 118,3 $\pm$ 2,53 и 117,60 $\pm$ 2,12 г/л. Это говорило об эффективной коррекции анемии и, возможно, компенсаторном усилении синтеза гемоглобина в период восстановления. Показатель СОЭ снизился и его существенное снижение подтверждает уменьшение интенсивности воспалительного процесса и интоксикации.

Проведённое исследование подтверждает высокую терапевтическую эффективность комплексного подхода к коррекции дисбиоза у телят профилактического возраста, основанного на сочетанном применении базовой антибактериальной и патогенетической терапии с пробиотическими препаратами.

Включение в схему лечения пробиотиков «Здоровяк» и «Бифидум-СХЖ» ускорило процесс клинического выздоровления животных. Это проявилось в быстром купировании диарейного синдрома, нормализации температуры тела и значительном улучшении показателей периферической крови: снижении лейкоцитоза, устранении анемии (рост уровня эритроцитов и гемоглобина) и нормализации скорости оседания эритроцитов.

Микробиологический мониторинг показал выраженное позитивное влияние пробиотиков на состояние кишечного микробиома, которое выразилось в снижении уровня контаминации фекалий условно-патогенными микроорганизмами (*E. coli*, *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Streptococcus faecalis*). Сравнительный анализ результатов между группами не выявил существенных различий в конечной клинико-гематологической и микробиологической эффективности между двумя исследуемыми пробиотиками. Оба препарата показали сопоставимую результативность в восстановлении нормофлоры и купировании последствий дисбиоза в составе комплексной терапии.

Таким образом, полученные данные обосновывают целесообразность и практическую значимость включения пробиотических препаратов в стандартные схемы лечения желудочно-кишечных заболеваний молодняка крупного рогатого скота для ускорения выздоровления, восстановления естественного микробного баланса кишечника и повышения общей резистентности организма.

Список литературы

1. Абдыраманова Т.Д., Щербаков П.Н., Степанова К.В. Анализ результатов лабораторной диагностики инфекционных болезней животных // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 9 (239). – С. 44-49.
2. Наумова О.В., Степанова К.В., Журавель В.В., Вильвер М.С. Влияние пробиотических препаратов на микробиоценоз половых путей новотельных коров при терапии эндометрита // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 61-4. – С. 62-68.
3. Журавель В.В., Степанова К.В., Жоголева О.В. Адаптивные технологии выращивания телят мясных пород // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: материалы Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – Ч. 1. – С. 64-68.
4. Щербаков П.Н., Степанова К.В., Бурков П.В. и др. Механизм подавления синтеза токсичных газов и опосредованное их влияние на жизненные показатели организма животных при адаптивных технологиях выращивания // Аграрная наука. – 2023. – № 2. – С. 49-53.
5. Степанова К.В., Щербаков П.Н. Применение биологических и растительных препаратов при респираторных болезнях телят // Научные достижения генетики и биотехнологии в ветеринарной медицине и животноводстве: материал регион. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Екатеринбург, 2023. – С. 157-162.
6. Степанова К.В., Щербаков П.Н., Абдыраманова Т.Д. Коррекция показателей адаптивного иммунитета при желудочно-кишечных болезнях телят // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2022. – С. 162-166.
7. Щербаков П.Н., Степанова К.В., Джумамуратов А.Б. Особенности применения пробиотической микрофлоры для нормализации параметров микроклимата // Обеспечение продовольственной безопасности в современных условиях. Роль сотрудничества России и Узбекистана в обеспечении продовольственной безопасности: материалы междунар. круглого стола. – Уссурийск, 2023. – С. 185-187.
8. Щербаков П.Н., Степанова К.В., Журавель Н.А. Применение иммуностимулирующей терапии при респираторной патологии телят разных половозрастных групп // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (100). – С. 173-178.
9. Щербаков П.Н., Шнякина Т.Н., Степанова К.В. Лечебно-диагностические мероприятия при гастроэнтеритах телят // АПК России. – 2023. – Т. 30. – № 4. – С. 552-557.

<https://doi.org/10.26898/2026-291>
УДК 619:616.98:578.825.15-085:636.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕНИЯ КОШЕК ПРИ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЯХ С ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫМ ПОРАЖЕНИЕМ РЕСПИРАТОРНОГО ТРАКТА

Шнякина Т.Н., д-р вет. наук

Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Россия
e-mail: shnyakina-t@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема широкого распространения инфекционных болезней среди плотоядных животных в различных условиях содержания на территории Челябинской области. Особое внимание уделено

вирусным инфекциям с поражением респираторного тракта, в частности калицивирозу. На основании эпизоотологического мониторинга за 2023–2025 гг. представлена динамика регистрации и подтверждения случаев калицивироза, герпесвирусной инфекции и панлейкопении. Целью исследования была сравнительная оценка эффективности двух схем лечения кошек с респираторными проявлениями калицивироза. В первой опытной группе (n = 25) применяли комплекс на основе Винилина, раствора глюкозы и рекомбинантного интерферона (Фелиферон). Во второй группе (n = 24) использовали протокол с Асептолином, раствором Рингера – Локка и иммуномодулятором Арбимектин. Клиническая эффективность оценивалась по динамике симптомов и нормализации гематологических и биохимических показателей. Оба протокола привели к значительному улучшению состояния животных и сероконверсии, подтвержденной ИФА. Однако схема с Арбимектином обеспечила более быстрое клиническое выздоровление, в среднем на 48 часов, по сравнению с группой, получавшей Фелиферон.

Ключевые слова: кошки, инфекционные болезни, калицивироз, респираторные инфекции, эпизоотологический мониторинг, диагностика, лечение, иммуномодуляторы, сравнительная эффективность

На сегодняшний день одним из моментов, вызывающих опасение у ветеринарных специалистов Российской Федерации является достаточно широкое распространение инфекционных болезней среди плотоядных животных, находящихся в домашних условиях с возможностью самовыгула, также находящихся в большом количестве в условиях питомников, селекционных племенных кинологических центров, а также среди безнадзорных животных [1, 7].

Особенно часто возникают вспышки болезней, вызываемых вирусами тропичными к респираторному и желудочно-кишечному тракту восприимчивых животных и несмотря на успехи в ветеринарной фармацевтике, вспышки в определенные сезоны года и на определенных широтах страны проявляются всё чаще, что приводит также к перекрестному заражению, высокому проценту летальности среди невакцинированных кошек и кошек со слабым иммунным статусом [3, 6].

Поэтому поиск, анализ и разработка наиболее оптимальных, пусть и не всегда экономически выгодных протоколов диагностики и лечения инфекционных болезней у плотоядных остается одной из актуальных задач для ветеринарных специалистов различных уровней [2, 4, 5].

Целью работы являлась сравнительная оценка лечения кошек при вирусных инфекциях с преимущественным поражением респираторного тракта (калицивироз).

Материал для данных исследований отбирали в период с 2023 г. по август 2025 года в условиях нескольких ветеринарных учреждений (форма ИП) городов Челябинск, Копейск и Магнитогорск Челябинской области.

Одной из задач исследования являлся анализ распространенности вспышек инфекционных болезней среди кошек на указанных территориях. Данные представлены в таблице.

Результаты эпизоотического мониторинга за 2023-2025 гг. на территории Челябинской области

Год исследования	Кол-во зарегистрированных кошек с подозрением на инфекцию, гол.	Кол-во подтвержденных случаев, %	Калицивироз, %	Герпесвирус, %	Панлейкопения, %
2023	1186	43,2	29,6	36,9	33,5
2024	1259	51,2	37,9	30,1	32,0
2025 с января по август	809	60,1	36,6	34,9	28,5
Итого	3254	-	Среднее 34,7	Среднее 78,6	Среднее 75

Согласно данным картотек ветеринарных учреждений (форма собственности ИП), за три неполных года было зарегистрировано более трех тысяч кошек с подозрениями на инфекционные болезни. Изучая материалы, мы отмечали, что наиболее часто были выражены у кошек рвота, диарея, язвы на слизистой ротовой полости, носовой полости и изъязвления рога. Также отмечали кашель, учащенное дыхание, слюнотечение, отказ от корма, повышенную температуру тела, гнойный конъюнктивит, вялость, апатию, истощение. Как показывали протоколы диагностики включали в себя прежде всего анализ изменений клинической картины болезни, лабораторную диагностику, включающую общий анализ крови, изучение биохимических показателей крови, ПЦР-методику как золотой стандарт, ИФА-диагностику как показатель прироста антител послевакцинационных, после заболевания или от невакцинированного больного животного. Мы можем сказать, что самый большой % всплеск инфекционных болезней был зарегистрирован в 2025 году. Это можно объяснить более усовершенствованными протоколами диагностики, возможно и более высокими материальными возможностями владельцев животных и большей осведомленностью и соответственно обеспокоенностью здоровьем своих питомцев. Более частые обращения в ветеринарные учреждения Челябинской области с целью мониторинга здоровья питомцев и скорейшей помощи им. Далее мы проводили отбор опытных групп животных, в которых были кошки строго с респираторными поражениями (язвы на языке, нёбе, внутренней стороне щек, отказ от пищи, повышенная температура тела), которых формировали в две разные группы. В данных группах было разное лечение, основу которого составляли иммуномодуляторы и регенеративные препараты.

Лечение для первой опытной группы (25 животных):

1. Венилин (бальзам Шостаковского) в дозировке исходя из площади поражений, наружно три раза в день, путем смазывания поверхности язв ротовой полости до улучшения (7-10 дней).

2. Раствор глюкозы 5% по 100 мл на 5 кг живого веса дважды в день до появления аппетита (3-5 дней).

3. Фелиферон - основа протокола как иммуномодулятор рекомбинантного типа омега-интерферон, который применяли каждому животному индивидуально согласно инструкции по применению.

Лечение для второй опытной группы (24 животных, одно животное было в тяжелом состоянии из-за позднего обращения владельца и вскоре погибло от полиорганной недостаточности):

1. Асептолин в дозировке исходя из площади поражений, наружно два раза в день, путем смазывания поверхности язв ротовой полости до улучшения (7-10 дней).

2. Раствор Рингера – Локка по 100 мл на 5 кг живого веса дважды в день до появления аппетита (3-5 дней).

3. Арбимектин - основа протокола как иммуномодулятор с противовоспалительным действием, в состав которого входит синулокс, который применяли каждому животному индивидуально согласно инструкции по применению.

Лечили кошек согласно протокола в течение 10 дней и проводили контроль показателей крови по которому мы поняли, что изменилось состояние гомеостаза и эритропоза в лучшую сторону, возрос уровень гемоглобина в первой группе на 8,5%, а во второй на 11,9% от первоначальных показателей, уровень лейкоцитов наоборот снизился почти вдвое по обеим группам и достиг нормальных значений. Показатели АсАт и АлАт снизились в среднем на 15,0-25,0% по группам. После проведения контрольных исследований ИФА-методом мы выяснили, что титр долгоживущих антител возрос до значений, показывающих переболевание кошек. Однако, как отмечали ветеринарные специалисты, выздоровление кошек из первой группы проходило в среднем на 48 часов медленнее, чем во второй опытной группе.

Список литературы

1. Ахмедова Е.Т., Степанова К.В. Коронавирусный энтерит у собак: особенности диагностики и лечения // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2024. – Ч. 1. – С. 247-250.
2. Боровинский Г.Е., Харченко А.Д. Герпесвирусная инфекция у кошек: сезонная динамика распространения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 803-806.
3. Бузуев Я.П. Ветеринарное обслуживание мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 809-813.
4. Самсонова А. К. Эпизоотическое состояние по инфекционным болезням мелких непродуктивных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 1059-1062.
5. Степанова К.В. Диагностико-лечебные мероприятия при FCV // Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика: материалы Нац. (Всерос.) науч. конф. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 148-152.
6. Степанова К.В. Лечение герпесвирусной инфекции у котят в неонатальный период // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала: АЛЕФ, 2024. – С. 690-692.
7. Степанова К.В., Абдыраманова Т.Д. Биохимический статус животных при поражении слизистых оболочек инфекционными агентами // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.; Пушкин: ФГБОУ ВО СПбГАУ, 2024. – С. 99-102.

<https://doi.org/10.26898/2026-292>
УДК 619:576

ВЛИЯНИЕ БИОПЛЕНОК В СИСТЕМАХ ПОЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИБИОТИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОМ ВЫПАИВАНИЯ

Юшков Ю.Г., д-р с.-х. наук, г.н.с.,

Леонов С.В., с.н.с.,

Городов В.С., канд. биол. наук, с.н.с.,

Тареева Е.А., м.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: 348-39-31@mail.ru

Аннотация. В результате проведенных исследований было определено значимое снижение эффективности антибиотических средств после их контакта с биопленками, образованными микроорганизмами, имеющими резистентность к тестируемым антибиотикам. При подтитровке тестового штамма *Micrococcus luteus* к антибиотикам после их взаимодействия с биопленками, образованными штаммами микроорганизмов, устойчивыми к данным препаратам, было отмечено уменьшение зоны задержки роста в среднем до 10 мм по сравнению с контролем. Таким образом, наличие биопленок в системе поения значительно влияет на эффективность проводимой антибиотикотерапии методом выпаивания.

Ключевые слова: биопленки, антибиотики, микробиология, антибиотикорезистентность

Введение. Биопленки представляют собой структурно организованное сообщество микроорганизмов, заключенное внутри полимерного матрикса, синтезированного членами сообщества, и прикрепленное к живым или инертным поверхностям [1]. Проблема наличия биопленок в системе поения всегда остается актуальной на предприятиях выращивания сельскохозяйственных животных. Давно известно, что бактерии в составе биопленок имеют высокую резистентность к антибактериальным препаратам [2, 3], во многом, обусловленную как структурой самой биопленки, так и особенностями метаболизма некоторых бактерий в биопленках, передачей генов антибиотикорезистентности внутри биопленки [4-6]. Система водоснабжения на предприятиях также используется для проведения антибиотикотерапии. В связи с этим возник вопрос о вероятном влиянии биопленок на ветеринарные препараты, применяемые методом выпаивания. Некоторые группы антибиотиков способны проникать через матрикс биопленки, а одним из механизмов антибиотикорезистентности у бактерий является синтез ферментов, способных разрушать молекулы антибиотиков. Таким образом, есть вероятность снижения итоговой концентрации антибиотиков в воде, в результате чего животные не получают необходимую дозу лекарственного средства.

В данной статье мы рассмотрим влияние самих биопленок на эффективность антимикробных препаратов, вводимых в систему поения.

Материалы и методы. Из систем поения нескольких предприятий были выделены изоляты микроорганизмов, после чего проводили оценку степени пленкообразования этими микроорганизмами стандартным методом с генцианвиолетом [7, 8]. Для эксперимента отобрали несколько изолятов, обладающих умеренной или высокой степенью пленкообразования. Затем определяли устойчивость данных изолятов к антибиотическим препаратам диско-диффузионным методом (МУК 4.2.1890-04) с целью выявить резистентность.

Образцы коммерческих препаратов антибиотиков, применяемых методом выпойки, были взяты с предприятий, откуда были выделены изоляты микроорганизмов. Для эксперимента использовали антибиотики с теми действующими веществами (ДВ) в составе, к которым у изолятов была обнаружена наибольшая резистентность:

1. Доксилокс WS (НИТА-ФАРМ ООО, Россия) – доксициклин. Дозировка для эксперимента 300 г/1000 л воды.
2. Амоксициллин 800 (БелАгроГен, Респ. Беларусь) – амоксициллин. Дозировка для эксперимента 100 г/1000 л воды.
3. Колистин 12 млн АВЗ (АгроВетЗащита ООО, Россия) – колистин. Дозировка для эксперимента 50 г/1000 л воды.
4. Норфлоксацин 20% (ГОРОС21.РУ ООО, Россия) – норфлоксацин. Дозировка для эксперимента 750 г/1000 л воды.
5. Левофлоксацин-ОР КМ 10% (БЕЛВИТУНИФАРМ ОАО, Респ. Беларусь) – левофлоксацин. Дозировка для эксперимента 1 л/500 л воды.

Изоляты культивировали в питательном бульоне в течение 48ч, поместив в пробирку полоску полипропилена (8x25x1,2 мм) как базу для формирования биопленок. После наращивания биопленки, пластинки переносили в стерильные пробирки, заполненные 10 мл раствора антибиотика.

Также готовили ряд пробирок с антибиотиками, в которые вносили только полипропиленовую полоску без микроорганизмов (контроль). Пробирки инкубировали при +24 °С в течение 12 часов. По прошествии времени проводили очистку раствора от микроорганизмов и крупных взвесей методом центрифугирования (6000 rpm) в течение 30 минут. После чего данные образцы растворов антибиотиков отбирали в стерильные шприцы с использованием одноразовой фильтр-насадки с пористостью 0,22 мкм.

В чашках с агаром Мюллера – Хинтона делали необходимое количество лунок диаметром 8 мм. На поверхность чашки методом газона проводили высев изолята тестового микроорганизма - *Micrococcus luteus*. Данный изолят был выбран по причине его высокой чувствительности к широкому спектру антибиотиков при предварительных тестах. Затем в лунки вносили отфильтрованные супернатанты с антибиотиками в объеме 125 мкл, также вносили контрольный раствор антибиотика, культивировавшийся вместе с полипропиленовой полоской без биопленок. Затем чашки Петри помещали в термостат на +37 °C и культивировали в течение 24 часов. После инкубации проводили замеры зон задержки роста (ЗЗР).

Результаты исследований. Из систем поения нескольких предприятий были выделены изоляты следующих микроорганизмов: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* и *Salmonella* spp. У большей части выделенных изолятов из систем поения обнаружилась полная резистентность к доксициклину. Также у некоторых изолятов была обнаружена полная резистентность к амоксициллину, норфлоксацину, левофлоксацину и норфлоксацину (табл. 1).

Таблица 1

Резистентность изолятов микроорганизмов со смывов из систем поения

№ п/п	Изолят	Антибиотик, к которому образовалась наибольшая устойчивость
1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 1-1	Доксициклин
2	<i>Escherichia coli</i> 1-1	Колистин
3	<i>Escherichia coli</i> 1-2	Доксициклин
4	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 1-3	Доксициклин
5	<i>Escherichia coli</i> 1-3	Амоксициллин
6	<i>Enterococcus faecalis</i> 2-1	Доксицикли
7	<i>Salmonella</i> spp. 2-1	Левофлоксацин
8	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 2-2	Амоксициллин
9	<i>Enterococcus faecalis</i> 2-3	Норфлоксацин

После контакта растворов антибиотиков с биопленками, образованными резистентными бактериями, наблюдалось снижение их эффективности по сравнению с контрольными растворами. Для доксициклина разница между ЗЗР достигала до 10,3 мм, для амоксициллина – до 14,8 мм, для норфлоксацина – 11,45 мм, для левофлоксацина – 9,8 мм, и самая небольшая разница в ЗЗР была для колистина – 3,1 мм (табл. 2).

Таблица 2

Зона задержки роста *Micrococcus luteus*, мм

Микроорганизм, входящий в состав биопленок	ДВ	ЗЗР <i>Micrococcus luteus</i> , мм	
		Антибиотик после инкубации с биопленкой	Контрольный раствор антибиотика
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 1-1	доксициклин	21,95±1,24	32,25±2,64
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 1-3	доксициклин	24,00±2,45	33,05±1,69
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 2-2	амоксициллин	21,15±1,19	35,95±1,07
<i>Escherichia coli</i> 1-1	колистин	21,05±1,50	24,15±1,62
<i>Escherichia coli</i> 1-2	доксициклин	25,00±1,45	32,65±1,90
<i>Escherichia coli</i> 1-3	амоксициллин	27,40±2,46	36,1±1,595
<i>Enterococcus faecalis</i> 2-1	доксициклин	26,45±2,11	34,05±2,60
<i>Enterococcus faecalis</i> 2-3	норфлоксацин	22,65±2,97	34,10±2,02
<i>Salmonella</i> spp. 2-1	левофлоксацин	23,30±1,52	33,10±2,51

Несмотря на небольшую выборку, результаты показывают значимое снижение эффективности растворов антибиотиков после их контакта с биопленками, образованными бактериями, имеющими резистентность к данным препаратам.

Полученные данные свидетельствуют о негативном влиянии биопленок на эффективность применения антибиотических препаратов методом выпойки, при условии наличия устойчивых в ее составе бактерий к данному АБ. Это может происходить из-за разрушения антимикробных средств выделяемыми ферментами резистентных микроорганизмов, входящих в состав образовавшихся биопленок, или же за счет снижения общей концентрации антибиотиков, так как некоторые препараты могут ограниченно проходить через поверхностную оболочку биопленки. Таким образом, при наличии биопленок в системе поения животное может недополучать необходимую дозу лекарственного средства, что приведет к повышенному риску возникновения резистентной микрофлоры, а также к повышенному расходу препаратов.

Список литературы

1. Дильмухаметова Д.Н., Мусин И.Н. Биопленки: основные методы исследования и методы борьбы с ними // Вестник науки. – 2024. – № 6 (75). – С. 1937-1943.
2. Кабанова А.А., Плотников Ф.В., Кабанова С.А., Мовсесян Н.А. Биопленки стафилококков как фактор формирования резистентности к антибиотикам // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: материалы 73-й научной сессии ВГМУ, 29–30 янв. 2018 г.: в 2 ч. – Витебск: ВГМУ, 2018. – С. 150-153.
3. Игнатова Г.Л., Антонов В.Н. Терапевтическая стратегия преодоления устойчивости к антибиотикам в бактериальных биопленках // Медицинский совет. – 2024. – Т. 18. - № 20. – С. 176-182.
4. Кузьмич Р.Г., Макарова Е.А., Тонко О.В., Бобрик Д.И., Велева Е.Р. Биопленка микроорганизмов как фактор формирования резистентности к антибиотикам // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2017. – Т. 53. - № 2. – С. 76-80.
5. Нурузова З.А., Байматов Р.А., Жумамуродов С.Т. Воздействие различных факторов на биопленку микроорганизмов // Innova. – 2019. – № 2 (15). – С. 24-30.
6. Блюменкранц Д.А., Ленченко Е.М. Исследование биопленок энтеробактерий при контроле критических точек технологии животноводства и пищевых производств // Health, Food & Biotechnology. – 2020. – № 3. – С. 12-25.
7. Марданова А.М., Кабанов Д.А., Рудакова Н.Л., Шарипова М.Р. Биопленки: основные методы исследования: учеб.-метод. пособие. – Казань, 2016. – 42 с.
8. Stepanović S., Vuković D., Hola V., Di Bonaventura G., Djukić S., Cirković I., Ruzicka F. Quantification of biofilm in microtiter plates: overview of testing conditions and practical recommendations for assessment of biofilm production by staphylococci // APMIS. – 2007. –No. 115 (8). – P. 891-899.

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ

Юшкова Л.Я., д-р вет. наук, проф.,

Юдаков А.В., канд. вет. наук

Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: iushkova.l@yandex.ru

Аннотация. Показаны этапы развития аграрной политики в период организации кооперативов как форма хозяйственного творчества широких масс. Предлагали развивать крестьянскую кооперацию. Кооперация способствовала росту инициативы, ближе связывала производство с результатами его деятельности. К. Маркс говорил, что кооперация явилась формой хозяйственного творчества широких масс. Работа В.И. Ленина «О кооперации» была воспринята как выдающее социально-экономическое явление в развитии марксистской теории.

Ключевые слова: аграрная политика, продовольственная программа, пашни, поголовье скота

По мнению некоторых авторов, учёных, в России за реформы взялись люди, не думающие об интересах страны, а поэтому и накуролесили столько, что сегодня никто не знает, как выйти из этого положения [1, 2]. Я знаю, не все так думают [3].

С 1990 по 2010 г. из хозяйственного оборота вышло 42,9 млн посевных площадей, поголовье крупного рогатого скота уменьшилось на 37 млн, в т.ч. коров – на 11,7 млн, свиней на 21,3 млн, резко сократилась материально-техническая база, численность среднегодовых работников сельскохозяйственных организаций сократилось с 10,1 до 1,9 млн. Сибирь занимает важное положение в экономике России. На её долю приходится 40% территории страны и 16,3% населения. На территории Сибири функционируют 19 субъектов Российской Федерации, 16 входят в Сибирский и 3 – в Уральский федеральный округа. Из них 4 республики, 2 края, 7 областей и 6 автономных округа. Доля Сибири в агропромышленном производстве страны составляет по зерну – 20, молоку и мясу (в убойной массе – более 18 %) [4].

С 1987 по 1996 г. проводимые в этот период аграрно-экономические исследования были связаны с обоснованием путей преодоления кризисного состояния АПК, рекомендации по системе ведения крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств Сибири [3, 5]. А.В. Чаянов писал: «Цена, капитал, заработная плата, процент на капитал, земельная рента находятся в функциональной зависимости друг от друга. И если какое либо звено из этой системы выпадает, то рушится всё здание, ибо в отсутствие хотя бы одной из таких экономических категорий всё прочее теряет присущие им смысл и содержание и не поддаётся более даже количественному определению» [6]. В 1927 году в стране насчитывалось около 65 тыс. различного рода потребительских кооперативов, в них состояло 9,5 млн крестьянских хозяйств. Через сельскохозяйственную кооперацию закупалось 31% хлеба, 35% льноволокна, 85% сахарной свёклы, 89% хлопка, 94% мясо-молочной продукции, 73% промышленных средств производства, направляемых в сельское хозяйство (табл. 1).

Таблица 1

Потребление продуктов питания в расчёте на душу населения, кг

Продукт	По продовольственной программе		Фактически		
	1985	1990	1982	1985	1988
Мясо и мясопродукты	62	70	58	62	65
Рыба и рыбопродукты	18,7	19,0	18,1	18,0	17,5
Молоко и молочные продукты	318	330-340	300	325	351
Яйца (шт.)	253	260-266	249	260	273
Растительное масло	10,4	13,2	9,5	9,7	9,7
Овощи и бахчевые культуры	110	126-135	100	102	100
Фрукты и ягоды (без переработки на вино)	49	66-70	43	48	52
Картофель	115	110	106	104	98
Сахар	44,9	45,5	44,2	42,2	46
Хлебопродукты	137	135	136	133	131

Как видим, задание Продовольственной программы 1985 г. по душевому потреблению мяса было выполнено, а по молоку и яйцу – перевыполнено. В.И. Ленин отмечал, что кооперативная торговля выгоднее и полезнее, чем частная «облегчает объединение, организацию млн. населения, затем всего населения поголовно...» [7]. Особую роль должны были сыграть простейшие кооперативные производственные объединения, отмечала в резолюции «О кооперации» XIV партийная конференция (апрель 1925 г.). Максимум поголовья был достигнут в 1928 г., в следующие 5 лет численность крупного рогатого скота сократилась в двое, свиней – в 2,8, овец – в 3,1. Животноводство испытывало тяжёлое положение (табл. 2).

Таблица 2

Поголовье скота во всех категориях хозяйств (на 1 января), млн гол.

Год	КРС	В т.ч. коровы	Свиньи	Овцы	Козы	Лошади
1916 (в современных границах)	58,4	28,8	23,0	89,7	6,6	38,2
1928	66,8	33,2	27,7	104,2	10,4	36,1
1929	58,2	29,2	19,4	97,4	9,7	32,6
1930	50,6	28,5	14,2	85,5	7,8	31,0
1931	42,5	24,5	11,7	62,5	5,6	27,0
1932	38,3	22,3	10,9	43,8	3,8	21,7
1933	33,5	19,4	9,9	34,0	3,3	17,3
1934	33,5	19,0	11,5	32,9	3,6	15,4
1935	38,9	19,0	17,1	36,4	4,4	14,9
1936	46,0	20,0	25,9	43,8	6,1	15,5

Таблица 3

Укрупнение хозяйств

Показатель	1940	1950	1955
Число колхозов, тыс.	236,9	123,7	87,5
Число дворов (в среднем на 1 колхоз)	81	165	229
Посевов, га	492	967	1699

Характерной особенностью стало укрупнение хозяйств (табл. 3). Если в 1940 г. на один колхоз приходилось 81 крестьянских дворов, то в 1965 г. уже 229. В 1963 году с.-х. производство сократилось до уровня 1955 года. Правительство пошло на крупномасштабную распашку целинных и залежных земель. Исконные российские территории пустели. Мартовский (1965 года) ЦК КПСС подробно рассмотрел причины отставания сельского хозяйства и заложил основы нового этапа аграрной политики. «Не на энтузиазме непосредственно, – говорил В.И. Ленин, – а при помощи энтузиазма, рождённого революцией, на личном интересе, наличной заинтересованности, на хозяйственном расчёте потрудитесь построить сначала прочные мостики ведущие в мелкокрестьянской стране через

государственный капитализм к социализму...» [7]. Проводилась большая работа по повышению производительности труда. На величину эффекта сильно влияет природный фактор. В.И. Ленин писал «Заинтересовать надо крестьянина. Иначе не выйдет... Сельское хозяйство из – под палки вести нельзя». Важнейшим фактором повышения заинтересованности крестьян в результате своего труда было укрепление хозрасчёта: в т.ч. и у ветеринарных специалистов. Внедрению хозрасчёта мешало отсутствие правовой основы. Развал Союза, разрыв прежних связей особенно больно ударил по продовольственному снабжению России. Народная мудрость гласит: «Прежде чем духовная пища, нужна пища из духовки» [7]. В 2006 г. количество фермерских хозяйств составляло 253,3 тыс., из них лишь 126,3 тыс. осуществляли сельскохозяйственную деятельность. Народная мудрость гласит: «Кооператив – пучок прутьев, по отдельности их можно сломать, пучок сломать невозможно».

Таблица 4

Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий (на конец года), млн гол.

	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2009 г.	2010 г.
Крупный рогатый скот	57,0	39,7	27,5	21,6	20,7	20,0
В т.ч. коровы	20,5	17,4	12,7	9,5	9,0	8,8
Свиньи	38,3	22,6	15,8	13,8	17,2	17,0
Овцы и козы	58,2	28,0	15,0	18,6	22,0	21,2
Птица	660	422,6	340,7	357,5	436,0	455,0

Как видим, поголовье крупного рогатого скота сократилось на 37 млн голов, или в 2,85 раза, в т.ч. коров – на 11,7 млн голов, или в 2,65 раза, свиней соответственно, – на 21,3 млн, или 2,25 раза, овец и коз – на 37 млн, или 2,62, птицы – на 20,5 млн, или 1,45 раза. К тому же в стране почти на 10 млн человек уменьшилось число едоков, душевое потребление сократилось: мяса и мясопродуктов – на 7 кг, молока и молокопродуктов – на 142 кг, яиц – на 32 шт., рыбы и рыбопродуктов – на 4 кг, сахара и кондитерских изделий – на 10 кг. При этом население стало больше потреблять картофеля, овощей и фруктов. Сначала по вине безграмотного руководства страны довели отрасль до развала, закрыли крестьянам доступ на отечественный рынок, лишили его возможности пользоваться кредитом, а потом требуют эффективной работы. Российские хунвейбины пошли по ложному пути: отказались от своей народности, перестали считаться с русским народным характером, изменили российским обычаям, забыли лучшие традиции крестьян и целиком отреклись от всего нашего прошлого [8]. В результате сельскохозяйственное производство отброшено на десятки лет назад, 42,9 млн га посевной площади вышло из хозяйственного оборота (корма), поголовье крупного рогатого скота сократилось на 37 млн голов, катастрофически снижается плодородие почв, идёт деградация производственного и научно-технического потенциала, разрушена социальная структура села, снижается жизненный уровень, сокращается численность населения, тысячи деревень исчезают с карты России (в 14 тыс. сельских поселений проживает от 1 до 5 человек, ещё в 34 тыс. – от 6 до 10 человек), пустеет российская земля. Всё, что можно было сделать в плане разрушения прежней хозяйственной системы, сделано.

Как видим, уровень душевого потребления основных продуктов питания не достиг дореформенного уровня: по мясу – на 7 кг, молоку – 142, рыбе – 4. Цены на зерно и подсолнечник выросли в 20 раз, а на продукцию животноводства – в 5-6 раз. Животноводство практически повсеместно стало убыточно. За один год закупки скота сократились на 27%, молока – на 29%, яиц – на 18% [8].

Таблица 5

Потребление пищевых продуктов на душу населения, кг

Наименование продуктов питания	Рекомендуемые нормы потребления	1990 г.	2010 г. (оценка)
Мясо и мясопродукты	75	75	68
Молоко и молокопродукты	305	387	245
Яйца (шт.)	250	297	265
Рыба и рыбопродукты	25	20	16
Масло растительное	12	10,2	13
Сахар и кондитерские изделия	30	47	37
Картофель	100	106	111
Овощи и бахчевые	150	89	102
Фрукты и ягоды	70	35	50
Хлеб и хлебобулочные изделия	105	120	118

В условиях дикого рынка никто не хотел работать себе в убыток. Сельскохозяйственные предприятия не только стали мало платить крестьянам (40% от среднего по стране уровня), но и постоянно наращивают задолженность по зарплате, в результате пропадает интерес к труду. В 1994 году из общего количества 2065 фермерских хозяйств – 1246 тыс. получили убытки по основному виду аграрной деятельности. Общий размер убытка – 3 млрд. долл. с учётом государственной поддержки. Не забывай, что «Отче наш» начинается с просьбы о хлебе насущном (президент США В. Вильсон).

И ещё один миф реформаторов первой волны, что рост импорта продовольствия улучшает качество питания россиян. Известно, что в Россию идут продукты, которые не подлежат реализации в собственных странах. Так, в 1998 г. был забракован весь объём проверенного импортного хлеба и хлебобулочных изделий, 63% рыбы и рыбопродуктов, половина проверенного объёма крупы, яиц. Признаны некачественными: 40% масла растительного, сыров и мяса всех видов, 30–40 % соки, маргарина, майонеза, консервов мясных и рыбных, 20 – 30% пищевых консервантов, мясных полуфабрикатов. Органами санэпидемслужбы, ветслужбы страны постоянно запрещается реализация больших партий импортного продовольствия в связи с его недоброкачеством (есть данные отчётов ветеринарной службы по годам). Евросоюз ввёл запрет на экспорт британской говядины, заражённой «коровьим бешенством» (газета «Известия» № 48(24901) 14 марта 1997 года, пятница, № 52 «Чуму заказывали?»; Куриные окорочка улетели?, «Российская газета» 12 ноября 1996 года; Интерфакс – Аиф № 14(40), 8-14 апреля 1996 «Зачем развязали «куриную войну» и кто нажил на ней; Журнал «Эхо планеты» № 16 13-19.04.96 г. «Какая же пища!»; «Отчего болеют коровы!» № 16, с. 7); Коммерсант-DAILY № 55, среда, 3 апреля 1996 г. «Редкая птица из США долетит до Москва-реки»; Правда 30 марта 1996 года «Ваши куры-наши выборы», «Не валяй дурака, Америка!» статья Владимира Чуприна, Минфин США готовит карательные меры (Александр Гаврилюк), отчего же наши куры денег не клюют?, Телефонграмма № 13-8.01/940 от «04.04.96 г. Департамент ветеринарии в связи с обострением ситуации подтверждает действие всех запретов от 1989–1992 гг. по поводу ввоза из Великобритании мяса говядины, всех видов мясных изделий из говядины, включая консервы, говяжьих субпродуктов, живого крупного рогатого скота, спермы и эмбрионов, мясной и мясокостной муки и других кормов животного происхождения от жвачных. Ввоз говядины из Швейцарии, Ирландии и Франции, из стран Европейского Сообщества по реэкспорту. Усилить контроль за ввозом кормов для собак и кошек. По оценке ЕС, эпидемия приняла устрашающие размеры. Эта болезнь передаётся человеку, поражает его мозг. В 1999 году в курином мясе, яйцах, произведённых на 416 фермах Бельгии найдены опасные для жизни людей диоксины. Например, американская курятина забивается после 30 дней выращивания. Такой забой является вынужденным, такая курица опасна для здоровья (в ней нарушаются нормальные биологические процессы). Выпускники вузов не хотят ехать на село. В городе лечат собак, кошек. За период с 1969 по 1992 г. сокращение ферм (их число

сократилось на 592 тыс.). Несколько слов о том, как развивалось сельское хозяйство в годы реформ. За 10 лет производство сельскохозяйственной продукции сократилось вдвое (за период с 2001 по 2010 г.). Был принят ряд нормативных документов, которые несколько улучшили положение дел в отрасли: законы «О продовольственной безопасности и о развитии сельского хозяйства», «Государственная программа развития сельского хозяйства на 2008-2012 годы», «Приоритетный национальный проект АПК», и т.д. Начался медленный рост. Причины:

1. За 20 лет численность крупного рогатого скота сократилась на 37 млн голов, в т.ч. коров на 11,7 млн свиней – на 21,3 овец и коз – на 37 млн голов, птицы – на 20,5 млн шт.

2. По сравнению с 1990 г. импорт мяса свежего и замороженного увеличился на 1 млн 207 тыс. т, мяса птицы – на 514 тыс. т, рыбы – на 774 тыс. т.

3. За эти годы в стране на 10 млн уменьшилось число едаков. И душевое потребление мяса, по сравнению с 1990 г., сократилось на 7 кг, молока – на 142 кг; рыбы – на 4 кг.

4. Рост цен (потребление начнёт сокращаться). ООН признала, что миру грозит голод.

Если в 2005 г. голодали примерно 850 млн чел., то сегодня – уже 950 млн. Если раньше причиной нехватки продовольствия были засуха и другие природные катаклизмы, нынешняя проблема состоит в том, что пища стала дорога и многие жители планеты её не могут купить. **Вывод доклада ФАО:** кризис продовольственный в ближайшие годы преодолеть не удастся.

Причины продовольственного кризиса в мире: быстрый рост населения планеты. ООН считает, что к 2050 году население планеты увеличится до 9,5 млрд человек (едаков возрастёт на треть). Потребуется продовольствия на 40% больше чем сейчас, продуктов питания на 30%, воды и на 50% энергии. Погодные условия складываются неблагоприятными для урожая. Нарастает кризис питьевой воды (дорожают топливо, электроэнергия, минеральные удобрения). Следует принять новый закон «О развитии сельского хозяйства», который должен списать все долги с крестьян. Остановить банкротство, эффективно работающих хозяйств, вернуть землю крестьянам. Приступить к решению социальной программы села: бесплатное высшее образование крестьянских детей и распределение выпускников вузов на работу, по специальности, обеспечение их жильём, улучшение быта крестьян, медицинского обслуживания, средств связи, ускорение строительства дорог. У нас один выход – обществу нужно заняться проблемами села. С распадом производственных сил, разрушением социальной сферы, с выбытием из хозяйственного оборота пашни, значительным уменьшением поголовья скота, резко сократилось число рабочих мест [9]. Только посевных площадей за последние 20 лет заброшено 43 млн га. Россия располагает 24% пресной воды в мире. Ни в одной стране нет таких возможностей. Идёт отток населения из села (70–80% людей в возрасте 16–40 лет). Бегут наиболее квалифицированные кадры. Слабо развиваются подсобные предприятия. Фермерские хозяйства росли как грибы после дождя: в 1993 г. насчитывалось 269 тыс. К 1995 г. создано более 280 тыс. фермерских хозяйств. Авторы этой статьи участвовали в создании ветеринарных фермерских кооперативов в Карымском районе Читинской области, в Новосибирской области. Без систематической государственной помощи этот процесс застопорился в 2000 годах. Одним из главных факторов рационализации фермерского хозяйства в период на индустриальные методы была специализация. И здесь слово за наукой. Необходимы были рекомендации и ИЭВС и ДВ и др. по приоритетному направлению. Институты такие рекомендации предоставили по своим направлениям (по размерам и структуре их производства, взаимоотношению коллектива с фермерами [3].

Из зарубежного опыта были сформулированы следующие выводы.

Любые новые реформы организации производства могут иметь успех, если их внедрение будет происходить при поддержке со стороны основной массы крестьянства (как грамотно глубоко продумано в Китае самый главный вопрос крестьянской жизни – вопрос земельных отношений. В Китае создан единый хозяин по управлению землёй –

государственное управление по земельным ресурсам. Труд человека, его воспитание, его учение служит лишь одному: образовать его личность. Ум заключается не только в знании, но и в умении прилагать знания на деле (Аристотель).

Список литературы

1. Милосердов В.В. Судьба российского крестьянства. – 2011. - Кн. 2. - Т 2. - 370 с.
2. Ленин В.И. Полн. собр. соч. - М., 1970. – Т. 45.
3. Организация обслуживания животноводства первичными ветеринарными кооперативами: методические рекомендации / С.И. Джупина, Л.Я. Юшкова и др. - Новосибирск, 1991. - 32 с.
4. Развитие агроэкономической науки и её влияние на экономику АПК Сибири / П.М. Першукевич, Л.В. Тю, Г.М. Гриценко, М.В. Стёпкина // Сибирский вестник с.-х науки. - 2014. - № 5. - С. 124-130.
5. Аграрная наука Сибири: сб. ст. - Новосибирск: СФНЦА РАН, 2020. - 224 с.
6. Чаянов А.В. Крестьянское хозяйство. – М.: Экономика 1989.
7. Ленин В.И. Полн. собр. соч. - М., 1984. - Т. 43. - С. 225-226.
8. Российский статистический ежегодник / Госкомстат России. - М., 1995. - 976 с.
9. Данилевский Н.Я. Россия и Европа. – СПб.: Глаголь, 1995.

<https://doi.org/10.26898/2026-294>
УДК 619:636.2.034

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ САБЕЛЬНИКА БОЛОТНОГО НА ЦЕРУЛОПЛАЗМИН И КИСЛОРОДТРАНСПОРТНУЮ ФУНКЦИЮ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Ярован Н.И.¹, д-р биол. наук, проф.,

Комиссарова Н.А.² канд. биол. наук, ассистент

¹Орловский государственный аграрный университет, Орел, Россия

²Орловский государственный университет, Орел, Россия

e-mail: hlybova88@mail.ru

Аннотация. Стрессогенная технология содержания промышленного животноводства сопряжена с нарушением антиоксидантного статуса и кислородтранспортной функции у коров. В статье дана сравнительная оценка адаптогенного действия препаратов фитокомпозиции на основе сабельника и клюквы и гранулированного препарата из сабельника, клюквы и подсолнечного лецитина. Проведено 2 серии опытов, в результате которых было выявлено, что при скармливании препаратов происходила нормализация уровня церулоплазмينا, значения которого составили $2,2 \pm 0,13$ мкмоль/л (фитокомпозиция) и $2,26 \pm 0,01$ мкмоль/л (гранулированный препарат) и уровня эритроцитов, достигших значений $5,77 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$ (фитокомпозиция) и $6,8 \pm 0,07 \times 10^{12}/л$ (гранулированный препарат), что соответствовало норме. Наиболее выраженное действие проявил гранулированный препарат на основе сабельника болотного, клюквы и лецитина, что делает его более предпочтительным для применения в качестве средства адаптогенного действия.

Ключевые слова: гранулированный препарат, церулоплазмин, гемоглобин, сабельник болотный, клюква, подсолнечный лецитин, эритроциты

Введение. Ключевым звеном в реализации стресс-реакции выступает гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось, ведущая роль в которой принадлежит глюкокортикоидам. Эти гормоны обеспечивают адаптационный ответ, регулируя мобилизацию энергетических ресурсов и метаболические процессы. Однако, применяемые в промышленном молочном

скотоводстве интенсивные технологии, направленные на получение максимальной продуктивности, создают экстремальные для организма технологические нагрузки, что приводит к постоянной активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и нарушению в работе адаптационных механизмов [1, 2].

В свою очередь, глюкокортикоиды усиливают процессы перекисного окисления липидов, что приводит к чрезмерному образованию свободных радикалов и напряжению эндогенной антиоксидантной системы. Дисбаланс в оксидантно-антиоксидантной системе лежит в основе развития окислительного стресса, который является ключевым механизмом многих патологических состояний [3, 4].

Церулоплазмин является основным медь-транспортным белком крови, обладающим антиоксидантными свойствами. Благодаря широкому спектру биологической активности (феррооксидазная, супероксиддисмутазная и купроксидазная) церулоплазмин является одним из ключевых эндогенных факторов антиоксидантной защиты плазмы крови [3, 5-7].

Таким образом, актуальным направлением является поиск эффективных средств антиоксидантного действия для восстановления баланса в оксидантно-антиоксидантной системе.

В качестве такого средства может выступать растительный препарат на основе сабельника болотного, клюквы дикорастущей и подсолнечного лецитина, растительные начала которого проявляют антиоксидантные свойства и фармакологический спектр других действий [8-10].

Целью нашей работы была оценка влияния скормливания гранулированного препарата на уровень церулоплазмينا и кислородтранспортную функцию крови у коров в условиях промышленного стресса.

Объекты и методы. Исследования выполнялись в период с 2018 по 2024 г. на базе промышленного комплекса ООО «Маслово», в лабораториях кафедры биотехнологии и химии имени профессора Н.Е. Павловской и в условиях инновационного научно-исследовательского испытательного центра ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина.

В качестве препарата адаптогенного действия исследовали гранулированный препарат на основе сабельника болотного, дикорастущей клюквы и подсолнечного лецитина, изготовленного по нашей запатентованной методике (патент РФ № 2844375). В качестве препарата сравнения использовали фитокомпозицию из сабельника и клюквы, изготовленную путем перемешивания и измельчения смеси до размера частиц около 5-7 мм.

Объектом эксперимента являлись коровы голштинизированной породы, содержащиеся в стрессогенных условиях промышленного комплекса ООО «Маслово».

Были проведены 2 серии опытов. В первой серии были сформированы 2 группы по 10 голов в каждой: контрольная группа коров, получавших основной рацион хозяйства; первая опытная группа, коровам которой дополнительно вводили в рацион фитокомпозицию из 1 г измельченной высушенной травы сабельника болотного и 1 г плодов клюквы дикорастущей, в общей дозе 2 г на 1 кг живой массы. Во второй серии опыта были сформированы 2 группы (n = 10 голов): контрольная группа животных, получавших только основной рацион; опытная группа, получавшая помимо основного рациона гранулированную композицию на основе сабельника, клюквы и лецитина (2,15 г на 1 кг живой массы).

Уровень церулоплазмينا у животных определяли с помощью экспресс-метода по Э.В. Тэну (1981). Уровень эритроцитов определяли на анализаторе «DN36-Vet».

Полученные опытные данные статистически обработаны и представлены в работе в виде $M \pm SD$, где M - среднее арифметическое; SD - среднеквадратичное отклонение. Достоверность отличий между средними величинами в разных группах животных устанавливали с помощью критерия Стьюдента.

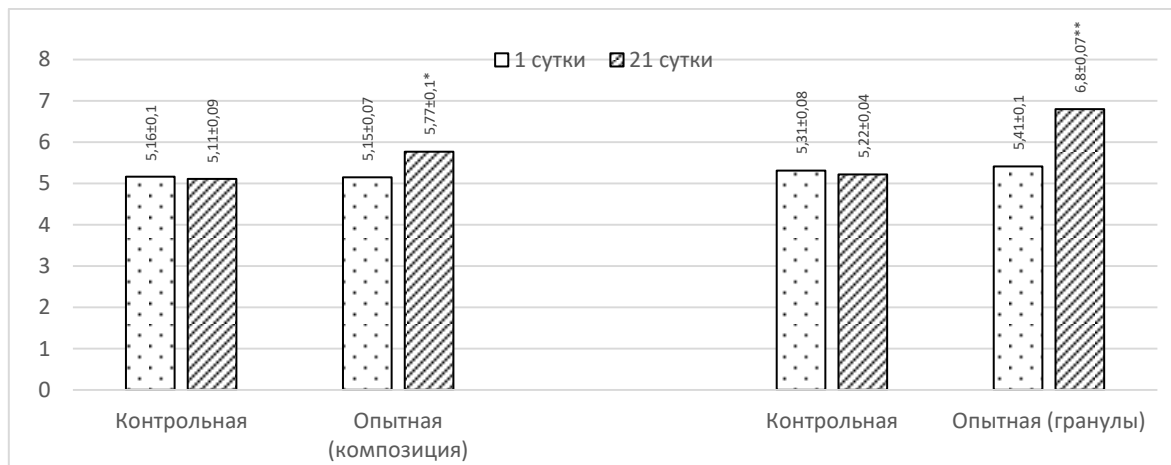
Результаты и обсуждение. На начало эксперимента у исследуемых коров отмечался уровень церулоплазмينا ниже нормального диапазона, равного 1,84-2,3 мкмоль/л, что может указывать на напряжение антиоксидантной системы у коров, содержащихся в

промышленных условиях. У животных контрольных групп низкий уровень церулоплазмина сохранялся на всем протяжении опыта, и составил к концу эксперимента $1,51 \pm 0,83$ мкмоль/л (1-я серия) и $1,49 \pm 0,01$ мкмоль/л (2-я серия).

Введение в рацион фитокомпозиции на основе сабельника (опытная группа 1-й серии эксперимента) привело к повышению уровня церулоплазмина. К 21-м суткам опыта наблюдалась его нормализация, его уровень составил $2,2 \pm 0,13$ мкмоль/л, что на 31 % ($p < 0,05$) было выше значений контрольной группы 1-й серии. Гранулированный препарат (опытная группа 2-й серии опыта) также оказал выраженный положительный эффект, к концу эксперимента уровень церулоплазмина составил $2,26 \pm 0,01$ мкмоль/л, что было выше на 34 % ($p < 0,01$) значений контроля 2-й серии. Применение препарата на основе сабельника и клюквы было наиболее эффективным способом коррекции антиоксидантного статуса у коров.

До начала эксперимента у исследуемых коров концентрация эритроцитов была ниже нормального диапазона, равного $5,5-8,5 \times 10^{12}/л$. В контрольных группах к концу эксперимента низкое содержание эритроцитов сохранялось.

При скормливание предлагаемых препаратов на фоне нормализации уровня церулоплазмина отмечалось улучшение кислородтранспортной функции крови у опытных групп животных, что подтверждалось нормализацией концентрации эритроцитов (рис. 1).



Сравнительный анализ уровня эритроцитов в крови коров

при скормливание фитокомпозиции и гранулированного препарата:

* $p < 0,05$ относительно контрольной группы коров, получавших только основной рацион (1-я серия эксперимента); ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$ относительно контрольной группы коров, получавших только основной рацион (2-я серия эксперимента)

Согласно рисунку, при скормливание фитокомпозиции коровам опытной группы 1-й серии эксперимента концентрация эритроцитов составила $5,77 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$, что на 11% ($p < 0,05$) превышало значения контрольной группы (1-я серия). При введении в рацион опытных животных гранулированного препарата отмечался более выраженный эффект: к 21-м суткам опыта содержание эритроцитов составило $6,8 \pm 0,07 \times 10^{12}/л$, что на 23% было выше уровня у коров контрольной группы 2-й серии.

Заключение. Полученные данные демонстрируют, что оба растительных препарата проявляют антиоксидантную активность, повышая уровень эндогенного церулоплазмина, и обладают адаптогенным действием за счет усиления кислородтранспортной функции крови у опытных животных, подтвержденного увеличением уровня эритроцитов. При этом наиболее выраженное действие проявил гранулированный препарат на основе сабельника болотного, клюквы и лецитина, что делает его более предпочтительным для применения в качестве средства адаптогенного действия.

Список литературы

1. Абилов А.И., Гудилина А.А., Комбарова Н.А., Турбина В.В., Корнеев-Жилиев Ю.А. Кортизол как маркер физиологического стресса у быков-производителей (*Bos taurus*) // Сельскохозяйственная биология. - 2024. - Т. 59. - № 2. - С. 301-315.
2. Кулаков В.В., Быстрова И.Ю., Панина Н.О. Сравнительная оценка влияния вакцинального стресса на ряд физиологических показателей, продуктивности и показатели молока коров // Молочнохозяйственный вестник. - 2021. - Т. 41. - № 1. - С. 44-53.
3. Шукуров Ф.А., Халимова Ф.Т. Лекции по нормальной физиологии. Лекция № 30. Тема: Адаптация организма к различным факторам, механизмы и фазы. Стресс и его стадии. Классификация стрессов и стрессоров. Общий адаптационный синдром и его механизм. Стресс реализующие и стресс лимитирующие системы // Биология и интегративная медицина. - 2025. - Т. 77. - № 5. - С. 12-22.
4. Пожилова Е.В., Новиков В.Е., Левченкова О.С. Активные формы кислорода в физиологии и патологии клетки // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. - 2015. - Т. 14. - № 2. - С. 13-22.
5. Шевченко О.П., Орлова О.В. Оценка диагностического значения церулоплазмينا и С-реактивного белка при инфекционно-воспалительных заболеваниях и осложнениях у пациентов с пересаженным сердцем // Клиническая лабораторная диагностика. - 2005. - № 12. - С. 6-8.
6. Салимова М.Д., Аталян А.В., Надеяева Я.Г. и др. Церулоплазмин и комплемент С3 как маркеры снижения показателей овариального резерва у женщин репродуктивного возраста // Фундаментальная и клиническая медицина. - 2023. - Т. 8. - № 1. - С. 8-20.
7. Ващенко В.И., Ващенко Т.Н. Биология и фармакология церулоплазмينا: от эксперимента до лекарственной терапии // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. - 2008. - Т. 6. - № 1. - С. 31-44.
8. Стругар Й., Повыдыш М.Н. Химические компоненты *Comarum palustre* L. и их биологическая активность // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». - 2020. - Т. 22. - № 12. - С. 126-139.
9. Кривых Е.А., Гуляев А.Е., Коваленко Л.В. Потенциал геропротекторной активности полифенолов типичных северных ягод // Вестник СурГУ. Медицина. - 2019. - Т. 39. - № 1. - С. 65-72.
10. Дзяк Г.В., Дроздов А.Л., Шульга С.М., Глух А.И., Глух И.С. Современные представления о биологических свойствах лецитина (лекция для врачей) // Медичні перспективи. - 2010. - Т. 15. - № 2. - С. 123-135.

<https://doi.org/10.26898/2026-295>
УДК 619:616.98:579.842.11:636.2(476)

АССОЦИИРОВАННЫЕ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ИММУНИЗАЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННЫХ ЭНТЕРИТОВ ТЕЛЯТ

**Яромчик Я.П., канд. вет. наук, доцент,
Билецкий О.Р., канд. вет. наук, доцент,
Мисник А.М., ст. преподаватель,
Дробыш Е.В., врач ветеринарной медицины,
Терещук Ф.В., врач ветеринарной медицины,
Сынкова А.А., студент**
Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины, Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. Цель исследований - анализ средства специфической профилактики инфекционных энтеритов телят, используемых в Республике Беларусь. Для специфической профилактики энтеритов телят ОАО «БелВитунифарм» производит ассоциированные вакцины - ассоциированная вакцина против рота-коронавирусной инфекции и колибактериоза «Ротакор К»; ассоциированная вакцина против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота-коронавирусной инфекции, сальмонеллеза и колибактериоза «Бактовир 6»; ассоциированная вакцина против вирусной диареи, рота-коронавирусной инфекции, протозоя и колибактериоза «Энтеровак 5». Профилактическая эффективность приведенных ассоциированных вакцин против инфекционных болезней телят составляла от 80,0 до 92,4%. Для специфической терапии и пассивной профилактики инфекционных болезней скота ОАО «БелВитунифарм» предлагает производимые предприятием гипериммунные сыворотки) гипериммунную сыворотку для лечения и профилактики пневмоэнтеритов у телят; сыворотку поливалентную против колибактериоза, протозоя, клебсиеллеза, рота- и коронавирусной инфекции телят; сыворотку поливалентную против пастереллеза, сальмонеллеза, парагриппа и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота; гипериммунную сыворотку против пастереллеза крупного рогатого скота, овец и свиней; поливалентные сыворотки против колибактериоза и сальмонеллеза сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: вакцины, сыворотки, крупный рогатый скот, энтериты, профилактика, эффективность

Инфекционные энтериты телят причиняют значимый экономический ущерб по причине непроизводительного выбытия молодняка крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях. На возникновение инфекционных болезней влияют выбор технологии выращивания скота, географическое положение и экологическая среда, в которой содержатся животные и создаются определенные отношения «антигенного дрейфа» между микро- и макроорганизмами. Высокая концентрация поголовья на производственных площадях обуславливает наличие в стаде вирус- и бактерионосителей. При этом взрослое поголовье может не проявлять клинических признаков болезни, выделяя патогены во внешнюю среду. Это связано с длительной персистенцией вирусов в клетках, приводящее к контаминации факторов передачи возбудителя инфекции за счет выделения возбудителей инфекционных болезней со слюной, истечениями из носовых полостей, фекалиями [2, 3].

Для болезней новорожденных телят вирусной этиологии характерен также и внутриутробный путь заражения. В связи с эпизоотологической ситуацией, при наличии клинических признаков у новорожденных телят (поражения кожи и слизистых оболочек: гиперемия кожи носового зеркала, гингивиты, стоматиты, эрозии и язвы;

абомазоэнтериты) устанавливают предположительный процент заболеваемости получаемого приплода [4].

Использование средств специфической профилактики только в виде моновакцин не позволяет создать надежную защиту скота, так как в производственных условиях при ассоциативных течениях болезней трудно своевременно установить ведущую роль определенных возбудителей инфекционных болезней животных [1, 5].

На фоне врожденного иммунодефицитного состояния у телят, сохранность получаемого молодняка напрямую зависит от колюстрального иммунитета. Эффективным выбором биопрепаратов, предназначенных для специфической профилактики инфекционных патологий телят, является использование ассоциированных вакцин, применяемых глубокостельному поголовью. Защита молодняка против возбудителей инфекционных болезней в основном происходит за счет расхода антител, поступивших с молозивом коров-матерей. Этим обеспечивается специфическая профилактика широкого спектра этиологических агентов инфекционных болезней животных [5].

Несмотря на проведение массовой иммунизации поголовья, согласно утвержденным схемам вакцинаций, практикующие специалисты не всегда получают ожидаемый профилактический эффект от проводимой иммунизации, что связано с отсутствием точной информации о циркуляции определенных возбудителей болезней, а их значительная антигенная вариабельность делает маловероятным случайное совпадение антигенных структур вакцинных и полевых штаммов [1].

Из наиболее часто регистрируемых патологий вирусной этиологии молодняка крупного рогатого скота выделяют рота-, коронавирусную инфекцию, инфекционный ринотрахеит, вирусную диарею [2, 4].

Рота- и коронавирусы, проникая в ЖКТ, поражают эпителий микроворсинок тонкого кишечника, в щеточной каемке которого находятся дисахаридазы. Одновременно ускоряется продвижение эпителиальных клеток от основания крипты к верхушке микроворсинки, появляются низкодифференцированные клетки кубического эпителия, являющиеся функционально незрелыми. Это приводит к нарушению выработки дисахаридаз и накоплению в просвете кишечника избыточного количества негидролизированных углеводов, преимущественно лактозы. Увеличение содержания простых сахаров и дисахаридов, накапливающихся в просвете кишечника, приводит к повышению осмотического давления, активации ионокальцийзависимых секреторных рефлексов нервной системы, иннервирующей тонкий кишечник. Проходящие в энтероцитах изменения обуславливают снижение образования лактазы и других пищеварительных ферментов. В результате цитопатогенного действия вирусов на энтероциты возрастает риск возникновения вторичных инфекций, которые до приведенного патологического состояния могли быть причиной заболеваемости телят только при существенных нарушениях технологии выращивания молодняка [4, 5].

В результате цитопатогенного действия вирусов на энтероциты возрастает риск возникновения вторичных инфекций, которые до приведенного патологического состояния могли быть причиной заболеваемости телят только при существенных нарушениях технологии выращивания молодняка.

Среди инфекционных энтеритов бактериальной этиологии первые места по количеству неблагополучных пунктов, количеству павших и заболевших животных, устойчиво занимают колибактериоз и сальмонеллез [1, 3].

При диагностике болезней молодняка, ассоциированное течение рота- и коронавирусной инфекции в среднем определяется в 13,2% от количества исследуемых проб. Ассоциативное течение рота- и коронавирусной инфекции с колибактериозом установлено в 33,8% случаев выделения возбудителей из патологического материала павших телят. Протекание указанных болезней в ассоциации обуславливает высокую летальность, приводя к тому, что количество павших от числа заболевших может достигать 44,8% [3, 4].

Эффективная мера специфической профилактики – применение ассоциированных вакцин, содержащих наиболее актуальные сероварианты возбудителей инфекционных болезней телят, которые циркулируют на комплексах или фермах.

Для специфической профилактики инфекционных болезней телят ОАО «БелВитунифарм» производит ассоциированные вакцины против наиболее распространенных инфекционных болезней молодняка крупного рогатого скота. Одними из высокоэффективных биопрепаратов являются ассоциированные вакцины:

1. Ассоциированная вакцина против рота-коронавирусной инфекции и колибактериоза «Ротакор К».

2. Ассоциированная вакцина против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота-коронавирусной инфекции, сальмонеллеза и колибактериоза «Бактовир 6».

3. Ассоциированная вакцина против вирусной диареи, рота-коронавирусной инфекции, протеоза и колибактериоза «Энтеровак 5».

В вышеуказанных вакцинах содержатся вакцинные штаммы сальмонелл *S. dublin* и *S. enteritidis*, адгезивные штаммы энтеропатогенных эшерихий A20, K99, K88, 897P, F41.

Наличие адгезивных антигенов в биопрепаратах, применяемых для специфической профилактики колибактериоза, позволяет значительно повысить эффективность проводимой вакцинации за счет выработки антиадгезивных антител, которые блокируют возможность инициации инфекционного процесса, не позволяя прикрепляться патогенным штаммам эшерихий к энтероцитам кишечника.

Профилактическая эффективность приведенных ассоциированных вакцин против инфекционных болезней телят составляла в условиях ведения животноводства разных сельскохозяйственных организаций от 80,0 до 92,4%.

Высокая профилактическая эффективность вышеуказанных вакцин против инфекционных энтеритов телят, положительные отзывы практикующих врачей позволяют повысить уровень сохранности получаемого приплода, уменьшить заболеваемость и непроизводительное выбытие молодняка крупного рогатого скота по причине заболевания инфекционными болезнями, характеризующимися преимущественным поражением органов желудочно-кишечного тракта.

Для специфической терапии и пассивной профилактики инфекционных болезней скота ОАО «БелВитунифарм» предлагает производимые предприятием гипериммунные сыворотки:

1) гипериммунную сыворотку для лечения и профилактики пневмоэнтеритов у телят;
2) сыворотку поливалентную против колибактериоза, протеоза, клебсиеллеза, рота- и коронавирусной инфекции телят;

4) сыворотку поливалентную против пастереллеза, сальмонеллеза, парагриппа и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота;

5) гипериммунную сыворотку против пастереллеза крупного рогатого скота, овец и свиней;

6) поливалентную сыворотку против колибактериоза сельскохозяйственных животных;

7) сыворотку поливалентную антитоксическую против сальмонеллеза телят, поросят, ягнят, овец и птиц.

Список литературы

1. Красочко П.А. и др. Выбор вакцины против колибактериоза (эшерихиоза телят) // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка», 2-4 ноября 2020 г. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – С. 72–75.

2. Гайсенок С.Л. и др. Эпизоотическая ситуация по вирусной диарее крупного рогатого скота в Республике Беларусь // Научно-практический журнал «Ветеринарный журнал Беларуси». – 2019. – № 1 (10). – С. 22–26.

3. Красочко П.А., Яромчик Я.П., Красочко П.П. Этиологическая структура возбудителя колибактериоза (эшерихиоза) телят // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2020. – Вып. 2 (13). – С. 35–38.
4. Прудников В.С. Патоморфологическая диагностика болезней телят при моно- и ассоциативном течении // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка», 28-31 октября 2018 г. – Витебск: ВГАВМ, 2018. – С. 44–46.
5. Синица Н.В. и др. Система мероприятий по диагностике, лечению, профилактике и мерам борьбы с желудочно-кишечными болезнями молодняка крупного рогатого скота инфекционной этиологии (рекомендации). – Витебск: ВГАВМ, 2024. – 68 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-296>
UDC 636.7.09:616-073.43:577.3

HIERARCHICAL SYNTHESIS AS A MECHANISM FOR THE FORMATION OF SOMATO-ORGAN CORRELATION CLUSTERS IN DOGS

**Lemeshchenko V.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Artamin A.P., Postgraduate Student**
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
e-mail: lemeshenko@mail.ru

Abstract. This study tests the heuristic value of the meta-theory of hierarchical synthesis for analyzing empirical data. According to this theory complexity emerges through fractal cooperation of autonomous elements forming transitional meta-levels. A correlational analysis of relationships between sonographic liver parameters and body morphometry was performed on dogs to evaluate this conceptual framework. The results confirm key theoretical principles by revealing a clear distinction between integral and autonomous clusters. Liver thickness functioned as an element of an integral cluster, showing significant correlations with body measurements and establishing inter-level cooperation. In contrast, the organ's "maximum width-area" cluster and the minimum width parameter displayed properties of an autonomous cluster, remaining statistically independent of the organismal level. This research provides a practical illustration of how the meta-theory of hierarchical synthesis offers a novel conceptual framework for the systemic description and classification of heterogeneous morphometric data, uncovering the cooperative patterns that underlie biological form.

Keywords: hierarchical synthesis, liver morphometry, canine ultrasonography, integral and autonomous clusters, correlation analysis

Introduction. Accurate assessment of internal organ size, particularly the liver, via ultrasonography in small companion animals necessitates a deeper investigation into the relationships between whole-body morphometric parameters and organ-specific characteristics. Establishing robust quantitative correlations forms the foundation for developing precise, individualized normative ranges, thereby enhancing the diagnostic utility of the method. Key clinical questions concern the strength of correlation between liver dimensions and parameters like body mass and age, as well as which specific sonographic metrics – thickness, width, or area – are most representative of the organ's scaling with overall body size.

Interpreting these extensive, heterogeneous biomedical datasets requires moving beyond a reductionist focus on isolated parameters toward holistic models capable of describing systemic interrelationships. Classical complex systems theory provides a methodological foundation for understanding such self-organization. In this context, the concept of fractal cooperation among

autonomous elements through transitional meta-levels, central to the meta-theory of hierarchical synthesis, introduces a powerful conceptual language for modeling these interactions [1]. Within applied veterinary morphometry, the set of measurable parameters – both organ-based (ultrasound) and organismal (somatometric) – constitutes an ideal complex system model. The strength and nature of connections between its elements can be quantified via correlation analysis, bridging empirical observation and systemic modeling.

Research Aim. To evaluate the applicability of the meta-theory of hierarchical synthesis for the systemic analysis and classification of correlations between sonographic liver parameters and body morphometry in dogs, with the objective of identifying integral and autonomous correlation clusters.

Materials and Methods. The analysis was based on data from 12 dogs aged 2 months to 9 years. Pearson correlation analysis was employed to identify significant linear relationships and construct a correlation matrix. Body mass was measured using “wiki VET PM1E” scales, and standard body measurements were obtained with a flexible tape measure [2]. Ultrasonographic examination was performed using an “AcuVista VT98c” unit equipped with a convex R60 probe (2.5–5 MHz) in B-mode. Images were stored in the device’s memory. Morphometric indices were obtained from the sonograms using the machine’s integrated software, following standard protocol [3]. For a sample size of $n = 12$, the critical Pearson correlation coefficient for significance at $p < 0.05$ was $r = 0.576$ (calculated via DeepSeek AI Assistant, R1 version). Given the preliminary nature of this study and the sample size, results should be interpreted as indicative.

Results. Among the sonographic liver parameters, the strongest statistically significant positive correlation was between the organ’s maximum width and its cross-sectional area ($r = 0.61$; $p < 0.05$). This aligns with fundamental geometric principles, indicating that the maximal transverse dimension is a primary determinant of the measured area. A moderate significant correlation was also found between liver thickness and maximum width ($r = 0.58$; $p < 0.05$). Conversely, the minimum width parameter showed no significant correlations with any other liver metric, underscoring its independence as a distinct clinical measurement.

Analysis of somato-organ relationships yielded key insights. Liver thickness was the only sonographic parameter to demonstrate significant moderate positive correlations with all primary body measurements: body length ($r = 0.65$; $p < 0.05$), chest circumference ($r = 0.59$; $p < 0.05$), and body mass ($r = 0.60$; $p < 0.05$). This identifies thickness as an integral ultrasound marker closely associated with overall body size. In contrast, maximum width and area showed no statistically significant correlation with body mass or linear dimensions in this sample ($r = 0.45$ and $r = 0.29$ with body mass, respectively; $p > 0.05$).

Notably, exceptionally strong interdependencies were found within the somatometric parameter set: the correlation between body length and chest circumference was $r = 0.92$ ($p < 0.01$), and between body mass and chest circumference, $r = 0.94$ ($p < 0.01$). This confirms that these three variables form a single, highly integrated cluster describing overall body size and condition. Age showed expected significant positive correlations with body morphometry (e.g., $r = 0.75$ with chest circumference; $p < 0.01$) but no significant linear relationship with any liver parameter ($r < 0.44$; $p > 0.05$).

Discussion. Within the meta-theory of hierarchical synthesis, the emergent properties of a biological system arise from specific cooperative interactions among elements at subordinate organizational levels. The present analysis empirically delineates two distinct types of organ-level clusters that differentially contribute to organismal properties.

Integral Clusters as Pathways for Emergence. Integral clusters act as conduits connecting different organizational levels. Their defining feature is the presence of stable statistical relationships with parameters from a higher-order system. Here, liver thickness exemplifies such a cluster, showing significant correlations with key organismal metrics (body length, chest circumference, mass). This reflects a fundamental anatomical constraint: the craniodorsal dimension of the liver is limited by body cavity volume and diaphragmatic position, which are themselves

determined by overall somatic size [4]. Consequently, this organ parameter is non-autonomous, directly integrated into the organismal meta-level of “general body dimensions”. Its contribution to systemic emergence lies in providing metabolic and homeostatic capacity proportional to body mass and volume, consistent with the principle of allometric scaling [5].

Autonomous Clusters as Sources of Internal Variability. Autonomous or specialized clusters shape internal organ structure without generating direct emergent properties at the organismal level. A prime example from our data is the strong correlation between maximum liver width and area ($r = 0.61$), forming a stable geometric cluster. The lack of a significant correlation between this cluster and body mass indicates its relative independence from the whole-organism level. This variability may be attributed to breed-specific traits, individual conformation, or technical aspects of measurement, as noted in comparative studies [6]. Such clusters underpin the morphofunctional diversity and specialization of an organ (e.g., adaptations in shape and spatial orientation). However, their properties are not directly translatable into novel organismal qualities like overall body condition. The complete autonomy of the minimum width parameter further highlights elements whose variability is governed primarily by intrinsic or stochastic factors.

Conclusion. This systemic analysis confirms the heterogeneous contribution of organ structures to organismal emergence. Integral clusters serve as nodal points where anatomical constraints and functional demands of an organ directly influence the formation of the whole system’s emergent properties. Autonomous clusters maintain the internal architecture and inherent variability of the organ, facilitating adaptation at the local level, but their link to organismal emergence is indirect and mediated. This distinction, consistent with the principles of hierarchical synthesis, has practical implications: the assessment of an organ’s relationship with whole-body indicators should prioritize integral parameters.

References

1. Lemeshchenko V. A meta-theory of hierarchical synthesis as a fractal paradigm of cooperation: the recursive transit of complexity through transitional meta-levels: preprint [Electronic resource]. - 2026. - URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8425906/v1>
2. Мазовер А.П. Племенное дело в служебном собаководстве. – М.: ДОСААФ, 1954. – С. 82-112.
3. Зорин Я.П., Бойцова М.Г., Карлова Н.А. Основы анализа ультразвукового изображения. Ч. 1 // Лучевая диагностика и терапия. – 2014. – № 3 (5). – С. 88–97.
4. Evans H.E., de Lahunta A. Miller's Anatomy of the Dog. - 4th ed. - St. Louis., Elsevier Saunders, 2013. - P. 185-187.
5. Shingleton A. Allometry: The Study of Biological Scaling // Nature Education Knowledge. - 2010. - Vol. 3. – No. 10. - P. 2.
6. d'Anjou M.-A., Penninck D., Cornejo L., Pibarot P. Ultrasonographic diagnosis of portosystemic shunting in dogs and cats // Veterinary Radiology & Ultrasound. - 2004. - Vol. 45. - No. 5. - P. 424-437. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2004.04076.x.

POSTNATAL REORGANIZATION OF THE TRANSITORY PARA-ORGANISMAL LEVEL OF STRUCTURAL ORGANIZATION IN THE DYNAMICS OF HEPATOCYTES IN ANIMALS

Lemeshchenko V.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

e-mail: lemeshenko@mail.ru

Abstract. The concept of the transitory para-organismal level of structural organization in mammals, understood as an integrated yet temporary “mother-placenta-fetus” system, serves as the basis for interpreting empirical data of postnatal morphogenesis. This study analyzes the dynamics of hepatocyte density in the liver of newborn calves, piglets, and puppies during the first twenty days of life as a quantitative marker of the disintegration phase of this level. The high asynchrony and sporadic variability of indicators across organ lobes reflect the loss of integration previously provided by the maternal organism and the transitional process of establishing autonomous individuality. Species-specific differences in organ restructuring trajectories indicate various evolutionary strategies for exiting the state of the transitory para-organismal level, determined by the degree of maturity at birth. The early postnatal period is considered a key stage documenting the disintegration of para-organismal integrity and the formation of a new organismal organization in ontogeny.

Keywords: transitory para-organismal level, hepatocytes, liver, newborn animals

The classical model of organizational levels in biology, from molecular to biospheric, represents a hierarchical ladder of stable states, where each subsequent level is structurally and functionally built upon the previous one. However, this linear scheme does not reveal the mechanism of transitions between qualitatively different levels. The transitory para-organismal level (TPL) is introduced here as a key concept explaining these transitions [1]. It is a functionally integral but temporary state formed by the cooperation of autonomous biological units – from cells to whole organisms. The TPL serves as a kind of “morphogenetic field” where emergent properties arise, leading to the formation of fundamentally new structures. In ontogeny, the TPL manifests as a dynamic and labile phase of individual development. Thus, the “mother-placenta-fetus” system represents a unified complex with coordinated functions, existing until parturition. The early postnatal period, characterized by high asynchrony and variability of morphological indicators, can be considered the final stage of this TPL's disintegration and the establishment of a new, autonomous individuality. The TPL describes a universal pattern according to which qualitatively new structures arise not abruptly but through an obligatory phase of temporary, yet functional, cooperation of previously independent elements.

The aim of this research is to substantiate the elimination of the transitory para-organismal level of structural organization in the dynamics of hepatocytes in animals.

Material and methods. The hepatocytes were studied in calves: 1- (n = 7), 10- (n = 8), and 20-day-old (n = 8); piglets: 1- (n = 10), 10- (n = 7), and 20-day-old (n = 9); and dog puppies: 1- (n = 3), 10- (n = 12), and 20-day-old (n = 10) animals. A complex of morphological methods was used, and for processing digital data and their interpretation, Statistica software, v.6.0 and DeepSeek AI Assistant [2] were employed.

Results and discussion. Empirical data on the dynamics of hepatocyte counts in newborn calves, piglets, and puppies provide a unique opportunity to study the final phase of the transitory para-organismal level (TPL). From the perspective of the proposed concept, the TPL represents a stable, integrated “mother-placenta-fetus” system during pregnancy, in which two genetically

distinct organisms function as a single whole. Birth initiates the process of this integrity's disintegration, and the early postnatal period (the first 20 days) reflects the morphofunctional consequences of this disintegration and the gradual establishment of an autonomous organism as a new individuality.

The state of the organ in one-day-old animals directly reflects the final stage of the TPL's existence. The dominance of the left liver lobe in hepatocyte density (in calves: 4822.22 ± 351.29) is a morphological "imprint" of the hemodynamics of the para-organismal system, where the umbilical blood flow, integrated into the maternal circulatory system, created unique conditions. This state corresponds to the peak of integration preceding the key event – the breach of TPL integrity at birth. Phylogenetically, such close integration, according to Margulis [3, 4], is a powerful evolutionary mechanism, but in ontogeny, it is naturally time-limited.

The subsequent postnatal period (10-20 days) represents a phase of active TPL disintegration and associated restructuring. The high asynchrony and sporadic variability of indicators in different lobes reflect the loss of systemic coordination previously provided by the maternal organism. From the perspective of the theory of major transitions by Maynard Smith and Szathmáry [5], birth can be viewed as a reverse transition – the disintegration of a superorganismal whole into its constituent individualities (mother and offspring). Asynchronous dynamics (e.g., in 20-day-old calves: right lobe 5192.30 ± 218.17 , middle lobe 4882.48 ± 611.10) and high data dispersion reflect a period when former integrative links are already broken, while new, internal mechanisms of autonomous organ regulation are not yet fully established. The decrease in variability by day 20 indicates not the "suppression of conflict" within a new whole, but the completion of transitional chaos and the final establishment of the organ as part of an autonomous individuality, where internal correlations begin to prevail over the consequences of former external integration.

Species-specific differences in restructuring trajectories (peak density in calves at day 10 – 5523.51 ± 678.99 , decline in piglets – 3935.90 ± 146.33) illustrate different strategies and rates of exiting the TPL state. This process is comparable to the reverse of the path described by Grosberg and Strathmann [6] for the emergence of multicellularity: if an evolutionary transition towards complexity requires suppressing the autonomy of elements, then the disintegration of the TPL, conversely, is associated with its gradual restoration. The different dynamics in calves, piglets, and puppies reflect evolutionarily fixed differences in the speed and depth of disintegration of the para-organismal system, determined by species ecology and the degree of maturity at birth.

At the cellular-morphogenetic level, TPL disintegration creates conditions for stress-induced restructuring. High variability reflects the adaptive search for a new, independent structural norm under the loss of systemic support from the maternal organism. This process requires the mobilization of internal plasticity resources and can be viewed through the lens of the concept of modularity and the individuation of biological units, as described by Michod [7]. The asynchrony in liver lobe restructuring indicates their relative modular autonomy, allowing adaptation to new conditions not as a unified whole, but as a set of interconnected yet independently variable parts. This is an important condition for the evolutionary variability of complex systems [8, 9].

Conclusions. Thus, the concept of the TPL, understood as a temporary yet integral "mother-placenta-fetus" system, and the early postnatal period as its disintegration phase, serves as a theoretical key for interpreting morphometric data. It allows considering ontogeny not as a linear development of autonomy, but as a cycle: integration formation (pregnancy) → integration disintegration (parturition and neonatal period) → establishment of a new individuality. The presented empirical data quantitatively document the second stage of this cycle – the disintegration process, where high variability and asynchrony are markers of the transition from para-organismal integrity to a distinct organismal individuality. This view aligns with the general logic of evolutionary transitions [5, 7, 10], demonstrating that the processes of integration and individuation are two sides of a unified evolutionary process of life's complexification.

References

1. Лемещенко В.В. Транзиторный параорганизменный уровень структурной организации как механизм формирования новых признаков в иерархии животного мира // Preprints.ru. – 2025. DOI: 10.24108/preprints-3113891.
2. Deep Seek AI Assistant (R1 version). (2025, December 16) [Dialogue on the Concept of the Transitory Para-Organismal Level]. Retrieved from <https://chat.deepseek.com>
3. Sagan L. On the origin of mitosing cells // Journal of Theoretical Biology. – 1967. – Vol. 14. - No. 3. – P. 255–274.
4. Margulis L. Symbiosis in Cell Evolution: Life and its Environment on the Early Earth. – San Francisco: W.H. Freeman, 1981. – 419 p.
5. Maynard Smith J., Szathmáry E. The Major Transitions in Evolution. – Oxford; New York: Oxford University Press, 1995. - 346 p.
6. Grosberg R. K., Strathmann R. R. The Evolution of Multicellularity: A Minor Major Transition? // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. – 2007. – Vol. 38. – P. 621–654.
7. Michod R.E. Darwinian Dynamics: Evolutionary Transitions in Fitness and Individuality. – Princeton: Princeton University Press, 1999. – 262 p.
8. Knoll A.H. The Multiple Origins of Complex Multicellularity // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. – 2011. – Vol. 39. – P. 217–239.
9. Hamilton W.D. The Genetical Evolution of Social Behaviour. I, II // Journal of Theoretical Biology. – 1964. – Vol. 7. - No. 1. – P. 1–52.
10. Wilson E.O. The Social Conquest of Earth. – 1st ed. – New York: Liveright Publ. Corp., 2012. – 330 p.

Секция 7

МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

<https://doi.org/10.26898/2026-298>
УДК 631.354.2

ВАРИАНТ УЛОВИТЕЛЯ СЕМЯН СОРНЯКОВ ИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Бахарев Г.Ф., канд. техн. наук, с.н.с.,
Иванов Н.М., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РАН,
Шинделов А.В., канд. техн. наук, доцент,
Сухопаров А.А., канд. техн. наук,
Синицын В.А.,
Лаврентьев А.А.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: sibime@sfscs.ru

Аннотация. Разработан вариант экспериментального уловителя семян сорняков из системы очистки зерна зерноуборочного комбайна, состоящий из колеблющегося решета и ёмкости для сбора семян сорняков, мелкой половы и коротких соломин (прохода через отверстия в решете). Подтверждены (путём исследования консольного уловителя на комбайне в стационарных условиях) его рациональные параметры и режимы работы, обоснованные ранее на лабораторном стенде: диаметр отверстий в решете 6 мм, амплитуда 28-30 мм и частота колебаний может быть в диапазоне 260–300 мин⁻¹. В ходе экспериментов оценивались вынужденные вертикальные колебания решета уловителя, которые должны быть устранены.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, система очистки зерна, полова, уловитель семян сорняков, решето, ёмкость для сбора семян сорняков, мелкой половы и коротких соломин

Устройства для улавливания и девитализации семян сорняков зерноуборочными комбайнами начали разрабатываться в России начиная с 1969 г., получены авторские свидетельства и патенты, но устройства не изготавливались [1-3]. В качестве уловителей семян сорняков предлагались неподвижные сетки с лотками [1, 2], что сказало бы на плохом отделении семян сорняков и приводило бы к застреванию соломин в сетке. Предлагалось затем семена сорняков плющить, что менее энергоёмко по сравнению с дроблением. Идеи оказались полезными при дальнейшем их развитии.

В Германии, Австралии, США, Канаде и Великобритании примерно с 2016 г. начали разрабатываться и испытываться очень энергоёмкие опытные образцы и опытные партии приспособлений и модулей «уничтожителей семян сорняков», дробящих в пыль весь сход (с семенами сорняков) с очистки зерноуборочного комбайна, но не раскрываются их устройство, параметры и режимы работы [4]. Два вертикальных измельчителя подвешивались сзади комбайна, дробили сход и разбрасывали по полю пыль из половы,

семян сорняков, соломы и недомолоченного зерна. На это затрачивалось дополнительно до 70 лошадиных сил мощности двигателя комбайна.

Создание технических средств по улавливанию и девитализации семян сорняков растений, выбрасываемых на поле системой очистки зерноуборочного комбайна, является в настоящее время актуальной задачей.

Цель исследования – повышение эффективности уборки урожая зерновых культур путем снижения засорённости полей после улавливания и девитализации семян сорняков измельчением, дроблением, плющением и другими способами, делающими семена сорняков неспособными к прорастанию, росту или будущему размножению.

Задача исследования – оценить работоспособность экспериментального варианта уловителя семян сорняков из системы очистки зерна зерноуборочного комбайна (далее – уловителя).

Рабочая гипотеза исследования: в качестве варианта экспериментального ловителя может использоваться колеблющееся решето и ёмкость для сбора прохода с него семян сорняков, мелкой половы и коротких соломин. Предлагается в будущем после улавливания семена сорняков в составе прохода девитализировать путём плющения.

Для достаточной достоверности экспериментов нами предложено, что ширина рабочей части реального уловителя может быть равна половине ширины системы очистки комбайна, т.е., например, не 1400, а 700 мм, экспериментального ещё меньше – шириной решета, как на лабораторном стенде, равной 350 мм, длиной 540 мм.

Для выбора зерноуборочного комбайна для навески варианта экспериментального уловителя использовались следующие критерии: комбайн должен быть российским, средней пропускной способности, параметры системы очистки должны соответствовать обоснованным на лабораторном стенде. Был выбран российский зерноуборочный комбайн ACROS 585 производства завода «Ростсельмаш» (рис. 1). В комбайне измерялись: амплитуда (линейкой при вращении шкивов привода вручную) и частота колебаний удлинителя верхнего жалюзийного решета системы очистки зерна (фототахометром – стробоскопом – АТТ-6002 при рабочих оборотах двигателя комбайна 2000 мин⁻¹). Амплитуда колебаний удлинителя составила 28–30 мм, частота – 254–265 мин⁻¹.



Рис. 1. Зерноуборочный комбайн ACROS 585 (вид слева на заднюю часть системы очистки зерна и плоский стальной удлинитель верхнего жалюзийного решета в виде стола (с соломиной), под которым виден датчик потерь зерна)

После выбора комбайна был изготовлен и навешен на него экспериментальный уловитель с решетом (рис. 2, 3) и матерчатой ёмкостью (рис. 3) для оценки работоспособности, апробации и определения соответствия его параметров и режимов

работы, обоснованным ранее на лабораторном стенде. В ходе будущего, завершающего этапа экспериментов ёмкость станет металлическим лотком для подачи прохода с решета (семян сорняков, мелкой половы и коротких соломин) самотёком в плющилку-девитализатор.



Рис. 2. Решето варианта экспериментального уловителя с боковинами из металлической трубы 20х20х1,5 мм



Рис. 3. Навешенный консольно на комбайн ACROS 585 вариант уловителя перед экспериментом: решето (с боковинами из металлической трубы 20х20х1,5 мм) над матерчатой ёмкостью для сбора прохода через отверстия в решете семян сорняков, половы и коротких соломин

Навеска «пшеничных выбросов» системой очистки зерноуборочного комбайна ACROS 585, аналогичная используемой ранее на лабораторном стенде, раскладывалась на удлинителе верхнего жалюзийного решета системы очистки напротив уловителя. Далее комбайнер запускал из кабины двигатель комбайна и по команде включал все рабочие органы, в том числе систему очистки зерна. Визуально наблюдался процесс работы уловителя. Критериями оценки работы уловителя были отсутствие в ёмкости частиц соломин более 40-50 мм и отсутствие застреваний соломин в решете (табл. 1).

В ходе экспериментов оценивались вынужденные вертикальные колебания решета, которые, на практике, могут отрицательно влиять на надёжность и уловителя, и удличителя.

Таблица 1

Результаты исследования процесса улавливания (обороты двигателя комбайна 2000 мин⁻¹)

Показатель	Результаты
Наличие в ёмкости соломин длиной более 40–50 мм	Отсутствуют
Застревание соломин в решете	Отсутствуют
Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний свободного края решета, мм	30
Рекомендация	Снизить колебания повышением жёсткости боковин решета и другими способами

Подтверждены параметры и режимы работы уловителя, обоснованные ранее на лабораторном стенде (табл. 2).

Таблица 2

Рациональные параметры и режимы работы навесного на зерноуборочный комбайн ACROS 585 варианта экспериментального уловителя семян сорняков из системы очистки зерна

№ п/п	Параметры и режимы работы уловителя	Единицы измерения	Величина
1	Размеры металлического решета:		
	габариты (ширина, длина)	мм	390х760
	рабочая ширина/длина	мм	350х540
	Диаметр отверстий в решете	мм	6
	Толщина решета	мм	1
	Масса	кг	2,14
2	Амплитуда горизонтальных колебаний решета	мм	28–30
3	Частота колебаний решета	мин ⁻¹	254–265
4	Габариты ёмкости для сбора прохода семян сорняков, половы и коротких соломин (ширина длина, высота)	мм	440х600х900

Выводы

1. Впервые разработан и апробирован вариант экспериментального уловителя семян сорняков из системы очистки зерна для их дальнейшей девитализации.

2. Подтверждены (путём исследования консольного уловителя на комбайне в стационарных условиях) его рациональные параметры и режимы работы, обоснованные ранее на лабораторном стенде: диаметр отверстий в решете 6 мм, амплитуда колебаний решета 28–30 мм и частота колебаний может быть в диапазоне 260–300 мин⁻¹.

3. Заложены технические основы для совершенствования уловителей семян сорняков из систем очистки зерна современных комбайнов.

Список литературы

1. А.с. № 308711 А01F12/44 СССР. Устройство для отвода отходов с очистки зерноуборочного комбайна / Хрычев П.И., Плутарев Н.П., Хрычев И.П.; № 1349694/30-15; заявл. 14.07.69; опубл. 09.07.71, Бюл. № 22.
2. А.с. № 801792 А01F12/44 СССР. Устройство для улавливания семян сорных растений / Зубарев Ю.Д., Горбачев Е.А., Першилин К.Г.; № 2651281/30-15; заявл. 31.07.78; опубл. 07.02.81, Бюл. № 5.
3. Пат. № 2728594 А01D41/12 Российская Федерация. Способ уборки зерновых культур и зерноуборочная машина для его осуществления / Шинделов А.В., Иванов Н.М., Медведчиков В.М.; № 2019131123; заявл. 01.10.19; опубл. 30.07.20, Бюл. № 22.
4. В Канаде протестировали оборудование для механического измельчения семян сорняков [Электронный ресурс] // ГлавПахарь: сайт. – Апрель 2021. – URL: <http://glavpahar.ru>.

ВАРИАНТ МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДБОРЩИКА-ОЧЕСЫВАТЕЛЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Бурлаков Ю.В., с.н.с.,

Чемоданов С.И., с.н.с.,

Бурлакова С.В., канд. с.-х. наук, с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: BurlakovYV@sfsca.ru

Аннотация. Использование мобильного подборщика-очесывателя с вальцовым молотильно-сепарирующим устройством обеспечивает устойчивый технологический процесс выделения семенной части урожая из ленты, при реализации раздельной технологии уборки льна-долгунца сокращает сроки вылежки тресты, создает предпосылки для равномерности вылежки стеблей в ленте по их длине и упрощает условия работы оператора подборщика-очесывателя.

Ключевые слова: раздельная технология уборки льна-долгунца, подборщик-очесыватель, вальцовое молотильное устройство

Лён-долгунец – одна из основных технических культур для России для получения длинного волокна, поэтому развитие льноводства является приоритетной задачей. На современных льноперерабатывающих предприятиях удается получать длинное и короткое волокно с минимальными повреждениями за счет использования современного отечественного и зарубежного оборудования для первичной переработки льнотресты. Тем не менее одним из сдерживающих факторов развития льноводства является ситуация, что в России практически не производится техника для раздельной уборки льна-долгунца, а при использовании дорогостоящей импортной техники с высокой стоимостью и затратностью в обслуживании снижается рентабельность возделывания льна-долгунца [1].

Уборка льна-долгунца может быть реализована по различным технологиям уборки с целью получения семенной и волоконной продукции – такими как заводская, раздельная и прямая в зависимости от специализации хозяйства, обеспеченности специализированной техникой и конкретных погодных условий [2].

Прибыльность льноводческих предприятий возможна только при условии получения ими тресты номером от 1,5 и выше. Наиболее перспективно использовать раздельную технологию уборки, поскольку под воздействием росяной мочки семена в семенных коробочках в течение 10-12 дней дозревают и становятся более пригодными для использования их в семенных целях, а при соломке быстрее доходить до состояния тресты [3].

Различные варианты прицепных и самоходных подборщиков-очесывателей типа ПОЛ-1,5 с грабельными очесывающими органами массово выпускались для реализации раздельной технологии уборки. Они осуществляли подбор, очес и укладку ленты на поверхность поля для дальнейшей ее вылежки до состояния тресты, при этом технологический процесс очеса мог быть реализован в широком диапазоне влажности [4]. Однако грабельные очесывающие органы и зажимной транспортер оказывают различное деформирующее воздействие на различные части стеблей льна-долгунца в ленте [5]. Поэтому в дальнейшем в процессе росяной мочки по ширине ленты наблюдается неравномерная вылежка стеблей льна-долгунца: в серединной части – перележка; в верхушечной – нормальная вылежка; в комлевой части – недолежка.

Исторически альтернативным вариантом подборщиков-очесывателей типа ПОЛ-1,5 с грабельным очёсывающим аппаратом были прицепные и навесные подборщики-молотилки с вальцовыми рабочими органами, такими как молотилка льна навесная ЛМН-1,0 и МЛН-1,0. При эксплуатации подборщиков-молотилок с вальцовыми рабочими органами отход стеблей в путанину был минимальным, при этом у стеблей, деформированных дважды между обрезающими вальцами наблюдалась ускоренная вылежка соломы до состояния тресты. Однако в тех местах, где воздействие на ленты вальцовых рабочих органов отсутствовало или воздействие имело иной характер – например, в зоне воздействия зажимного транспортёра, то и скорость вылежки в этих местах различалась, что приводило к конечному счёту, к снижению номера тресты [6].

Для устранения этих недостатков при реализации отдельной технологии уборки предлагается оборудовать подборщики-молотилки молотильным сепарирующим устройством вальцового типа [7, 8]. Технологический процесс работы подборщика-очесывателя протекает следующим образом: неочесанная лента по всей своей ширине протягивается между обрезающими вальцами, где в зазорах между обрезающими вальцами стебли с сменными коробочками равномерно деформируются исключительно сжатием, в результате чего семенные коробочки разрушаются и стебельная часть урожая освобождается от семенной. При этом в полученном семенном ворохе фрагменты стеблей льна-долгунца практически отсутствуют.

Технологически процесс обмолота ленты льна-долгунца подборщиком-молотилкой устойчивый и даже дезориентация лент на поверхности поля, которая имеет место быть в процессе укладки ленты за льноуборочным комбайном ЛК-4 вследствие различных производственных ситуаций и погодных условий не приводят к нарушению технологического процесса обмолота ленты льна-долгунца.

Предложенный вариант молотильного устройства для подборщика-очесывателя льна-долгунца формирует благоприятные условия для равномерной вылежки в процессе росистой мочки обмолоченной ленты льна-долгунца, создавая предпосылки для получения тресты номером от 1,5 и выше, при этом семенного вороха имеет минимальное содержание путаницы.

Список литературы

1. Константин Клюка. Русский лен: Возрождение российского льноводства движется в правильном направлении [Электронный ресурс]. – URL: <https://riamoda.ru/article/news-konstantin-kljuka-russkij-len-vozrozhdenie-rossijskogo-lnovodstva-dvizhetsja-v-pravilnom-napravlenii.html> (дата обращения: 13.01.2026).
2. Ковалев М.М., Колчина Л.М. Технологии и оборудование для производства и первичной переработки льна и конопли: справ. - М.: Росинформагротех, 2013. - 184 с.
3. Рожмина Т.А., Понажев В.П. Состояние и перспективы развития льняного сектора России. Глобализация и эколого-экономическое развитие регионов // Вестник Российской академии естественных наук. – 2015. – № 1. – С. 181–190.
4. Ростовцев Р.А., Ушаповский И.В., Голубев И.Г., Мишуров Н.П. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур. - М.: Росинформагротех, 2020. - 156 с.
5. Ковалев М.М., Козлов В.П. Плющильные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория, расчет). – Тверь, 2002. – 207 с.
6. Каспарова С.А. Раздельная уборка льна-долгунца // Труды всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственного машиностроения ВИСХОМ: сб. науч. тр. – МАШГИЗ, 1961. – Вып. 32. – С. 129–152.
7. Пат. № 2597979 А01F11/02 Российская Федерация. Вальцовое молотильное устройство / Бурлаков Ю.В.; № 2015119862/13; заявл. 26.05.15; опубл. 20.09.16, Бюл. № 26.

8. Бурлаков Ю.В., Чемоданов С.И., Бурлакова С.В. Базовая концептуальная схема молотильно-сепарирующего устройства подборщика-очесывателя льна-долгунца // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 94–103.

<https://doi.org/10.26898/2026-300>
УДК 621.311.22

ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПЕРВАЯ ОРЛОВСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

**Винокуров Е.В., студент,
Тендетник Р.А., студент,
Сорокин Н.С., ст. преподаватель,
Псарев А.И., ст. преподаватель**

Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия
e-mail: vinokurov.228@mail.ru; tendetnick.rom@yandex.ru; sorokinnc@rambler.ru;
alpsaryov@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается процесс формирования и развития первой орловской электростанции как ключевого элемента электрификации городской инфраструктуры города Орла и Орловской области. На основе архивных и исторических источников прослеживается переход от локальных и децентрализованных источников энергии к централизованной системе электроснабжения, обеспечившей уличное освещение, электрический транспорт и расширение круга потребителей электроэнергии. Показано, что эволюция электростанции отражает общие закономерности развития электроэнергетики в условиях провинциального города Российской империи и Советского государства.

Ключевые слова: электростанция, электроэнергия, электрификация, источник питания

Электрификация представляют собой взаимосвязанные этапы развития производственных и инфраструктурных систем. Создание первых электростанций стало основой перехода от ручного труда и локальных источников энергии к централизованному производству и распределению электроэнергии [1].

История первой Орловской электростанции позволяет проследить указанные процессы в условиях регионального центра. Электростанция выступала не только источником электроэнергии, но и узловым элементом, определявшим развитие городского транспорта, уличного освещения и последующей модернизации энергетического хозяйства [2, 3].

Началом планомерной электрификации Орловского края считается 1895 год, когда Орловская городская дума заключила договор с бельгийской фирмой *Compagnie mutuelle de tramways*, представленной Фернаном Гильоном, на строительство городской электростанции и электрического трамвая [1]. Реализация данного проекта ознаменовала переход от разрозненных маломощных источников электроэнергии к формированию централизованной механизированной энергетической инфраструктуры.

Для размещения электростанции был выбран участок (рис. 1) на Новосильской улице (ныне – угол улицы Пушкина и Трамвайного переулка) [4]. После выкупа двух частных домовладений и сноса существующей застройки в 1897 году начались строительные работы по возведению здания электростанции, трамвайного депо и сопутствующих сооружений [1].

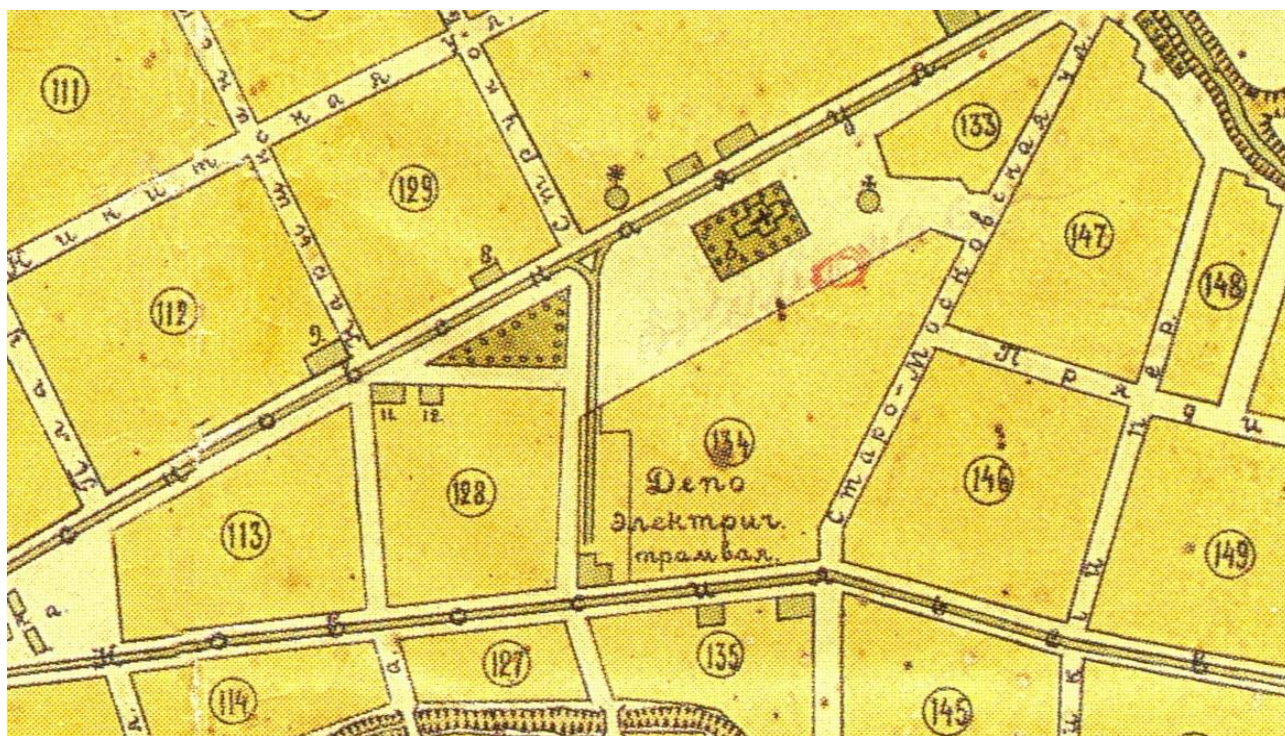


Рис. 1. Место размещения электростанции на карте начала XX в.

Технологическую основу станции составлял паросиловой комплекс, заказанный в Соединённых Штатах Америки. В его состав входили шесть паровых котлов и четыре паровые машины мощностью по 200 л.с., каждая из которых была соединена с динамо-машиной постоянного тока. В качестве топлива использовалась нефть, доставка которой осуществлялась механизированным способом с применением специального вагона-цистерны. Производственный процесс представлял собой замкнутый механизированный цикл преобразования тепловой энергии топлива в электрическую [1, 5].

Первый пробный пуск оборудования состоялся 29 сентября 1898 года, когда динамо-машина обеспечила электроэнергией освещение здания электростанции, мастерских и трамвайного депо. В полную промышленную эксплуатацию станция была введена в ноябре 1898 года [1, 5].

Запуск электростанции позволил реализовать два принципиально новых для Орла инфраструктурных проекта. 4 октября 1898 года было введено электрическое освещение центральной Болховской улицы (ныне ул. Ленина), а 3 ноября того же года открылось регулярное движение электрического трамвая [1, 6].

Электроснабжение осуществлялось централизованно от городской электростанции. В соответствии с условиями договора электроэнергия для уличного освещения предоставлялась городу бесплатно. Первоначально станция обслуживала исключительно муниципальные нужды – освещение улиц и трамвайное движение (рис. 2). В дальнейшем началось подключение частных абонентов, что положило начало электрификации жилых и производственных объектов [1].



Рис. 2. Уличное электрическое освещение и движение трамвая по центральной улице города Орла

Ограниченная мощность динамо-машин постоянного тока сдерживала рост числа потребителей и усложняла расширение сетей, что объективно обусловило необходимость последующей модернизации энергетического оборудования [2].

Новый этап в развитии Орловской электростанции связан с концом 1920-х годов. В 1928 году было начато строительство нового здания электростанции на территории бывшей Воздвиженской площади, примыкающей к старому энергообъекту. Архитектурное решение здания в стиле конструктивизма отражало его функционально-производственное назначение.

В 1930 году новое машинное отделение было введено в эксплуатацию. Его энергетическую основу составили четыре дизельных агрегата производства Коломенского завода. Три агрегата с генераторами переменного тока имели суммарную мощность 1176 кВт, один агрегат обеспечивал выработку постоянного тока мощностью 300 кВт. Переход к преимущественной генерации переменного тока стал важнейшим этапом развития городской системы электроснабжения [2].

Использование переменного тока позволило повысить надёжность электроснабжения, сократить потери при передаче электроэнергии и обеспечить дальнейшее расширение сети. Данный процесс соответствовал общесоюзной политике стандартизации электроэнергетики.

В годы Великой Отечественной войны городская электростанция понесла значительные разрушения (рис. 3). Перед оккупацией Орла оборудование было выведено из строя, а при отходе немецких войск здание и энергетические установки были дополнительно повреждены взрывами [1, 3].



Рис. 3. Разрушенная городская электростанция после отступления немецко-фашистских захватчиков

После освобождения города восстановление энергетической базы стало одной из первоочередных задач. В послевоенный период функции основной генерации были постепенно переданы новым энергообъектам, а старая электростанция использовалась в резервном режиме. Это предполагало применение элементов централизованного и частично автоматизированного управления [3].

Хотя ранние этапы работы электростанции характеризовались преимущественно ручным управлением, модернизация 1930-х годов заложила основы автоматизации энергетических процессов. Переход к переменному току, расширение распределительных сетей и рост нагрузки потребовали внедрения приборов контроля, защитных устройств и релейных схем.

Автоматизация проявлялась не в виде автономных систем управления, а как совокупность технических средств, обеспечивавших поддержание заданных параметров электроэнергии, защиту оборудования от аварийных режимов и координацию работы всей системы электроснабжения.

Создание первой Орловской электростанции было непосредственно связано с организацией электрического трамвайного движения – одного из первых примеров комплексной электрификации городского хозяйства. Орёл стал одним из первых городов Российской империи, где было открыто регулярное движение электрического трамвая [1, 6].

С инженерной точки зрения трамвай представлял собой энергоэффективную систему массовых перевозок, основанную на централизованном электроснабжении и не создававшую локальных выбросов загрязняющих веществ в городской среде. Несмотря на смену технологических укладов, трамвай на протяжении более чем века сохранял функциональную значимость, адаптируясь к изменяющимся условиям эксплуатации [3, 6].

Длительное использование электрического трамвая подтверждает устойчивость инженерных решений, заложенных при формировании городской энергетической и транспортной инфраструктуры.

История первой орловской электростанции отражает последовательное развитие процессов механизации, электрификации и начальных форм автоматизации городской инфраструктуры. Создание паросиловой электростанции в конце XIX в. обеспечило механизированное производство электроэнергии и стало основой электрификации ключевых сфер городской жизни. Модернизация 1930-х годов и переход к переменному току заложили предпосылки для автоматизации управления энергетическими процессами и интеграции городской системы электроснабжения в более крупные энергетические структуры.

Первая орловская электростанция является значимым историко-техническим объектом, на примере которого прослеживаются закономерности развития электроэнергетики и её влияние на формирование городской среды в конце XIX – середине XX в.

Список литературы

1. Неутомимый труженик: история орловского трамвая. - Орел: Вешние воды, 1998. - 128 с.
2. Вострикова В.В. Реализация плана ГОЭЛРО в Орловском крае // Научный журнал. - 2021. - № 10. - С. 98–113. DOI: 10.21685/2072-3024-2021-X-XX.
3. От Розенталя до Косолапова: как родилось и почему умирает орловское электротранспортное предприятие // ОрелТаймс. - 202X. - URL: <https://yagla.tv/cpIPxRq> (дата обращения: 03.02.2026).
4. Первая орловская электростанция и старое трамвайное депо // Orel-story.ru. - 2019. - URL: <https://yagla.tv/cNhu7bD> (дата обращения: 05.02.2026).
5. Орловский трамвай // Википедия. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Орловский_трамвай (дата обращения: 06.02.2026).
6. Площадь Поликарпова. Орёл // Wikimapia. - URL: <http://wikimapia.org/17964156> (дата обращения: 07.02.2026).

<https://doi.org/10.26898/2026-301>
УДК 631.95

СПОСОБ ПОЛНОЙ УТИЛИЗАЦИИ СВИНОГО НАВОЗА НА ОСНОВЕ АНАЭРОБНОЙ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Едисеев О.С., ст. преподаватель,

Друзьянова В.П., д-р техн. наук, проф.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия
e-mail: olegediseev@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается новый способ полной утилизации свиного навоза. Он базируется на анаэробной биогазовой технологии. По стандартной биогазовой технологии в данное время получают два продукта – органическое удобрение (жидкий эффлюент) и биогаз. Отличие нового способа от известной анаэробной технологии заключается в том, что жидкий эффлюент разделяется сепаратором на твердую и жидкую фракции. Жидкая фракция эффлюента обратно направляется в начало процесса и ею разбавляется свежий навоз (субстрат, загружаемый в метантенк на переработку). При этом достигается экономия чистой воды и ускоряется процесс анаэробного сбраживания за счет насаждения в свежий отход активной колонии метаногенных бактерий. Твердая фракция идет на производство двух новых продуктов - органоминерального гуминового удобрения (ОМГУ) и структурирующей добавки для асфальтобетона (СДА). В целях экономии энергозатрат, биогаз преобразуется в альтернативное электричество, на котором запускается в работу сепаратор. Тем самым создается безотходное энергосберегающее производство с получением четырех продуктов – эффлюента, биогаза, ОМГУ и СДА.

Ключевые слова: анаэробное сбраживание, метантенк, эффлюент, биогаз, сепаратор, жидкая фракция, метаногенные бактерии, твердая фракция, органоминеральное гуминовое удобрение, структурирующая добавка для асфальтобетона

В настоящее время в животноводстве, особенно в крупных промышленных свиноводческих комплексах, стоит острая проблема утилизации жидкого бесподстильного навоза. Несмотря на наличие множества различных применяемых способов переработки – от простого хранения в навозных ямах до компостирования и анаэробного сбраживания – ни один из них не обеспечивает полного замкнутого цикла утилизации навоза. Это приводит к накоплению вредных отходов, загрязнению почвы и водных ресурсов, а также к распространению неприятных запахов в прилегающих территориях [1-6].

Нами предлагается способ утилизации свиного навоза, основанный на анаэробном сбраживании в герметичных метантенках.

На первом этапе процесса органические отходы преобразуются в два ценных продукта – эффлюент (высокоэффективное органическое удобрение) и биогаз (сопутствующий продукт). Одновременно при анаэробном разложении достигается следующий эффект – навоз полностью обеззараживается, патогенная микрофлора уничтожается, а характерный неприятный запах устраняется за счёт разложения летучих органических соединений.

Эффлюент представляет собой маловязкую жидкость с высокой агрохимической ценностью. Однако он создает и весьма проблемные эксплуатационные трудности, связанные с организацией хранения и затаривания большого объема жидкого удобрения.

Для решения данной проблемы нами предлагается жидкую фракцию эффлюента направлять на разжижение свежего бесподстильного свиного навоза. Получаемый таким образом субстрат загружается для переработки в метантенк. Способ позволяет снизить или исключить использование чистой воды, затрачиваемой при подготовке субстрата. Блок-схема разработанного способа представлена на рисунке.



Блок-схема предлагаемого способа утилизации свиного навоза

Таким образом, жидкая фракция эффлюента возвращается в навозную яму для разбавления свежего свиного навоза. При этом происходит инокуляция субстрата активной и функционирующей колонией метаногенных бактерий. Это способствует ускорению запуска анаэробного процесса в метантенке и интенсификации процесса разложения органического отхода. От твердой фракции эффлюента производятся два новых товарных продукта – органоминеральное гуминовое удобрение (ОМГУ) и структурирующая добавка для асфальтобетона (СДА).

Для повышения энергетической автономности установки предлагается использовать выработанную из биогаза электроэнергию для питания сепаратора. Такой подход способствует снижению потребления электроэнергии и минимизации себестоимости конечных продуктов.

В итоге достигается энергосберегающее безотходное производство с замкнутым циклом с получением максимального количества продуктов – эффлюента, биогаза, ОМГУ и СДА.

Список литературы

1. Савватеева И.А., Алексеева А.В., Друзянова В.П. Генераторное топливо с альтернативного источника. – Чебоксары: Среда, 2025. – 140 с.
2. Васильев Ф.А. Технология анаэробной переработки навоза крупного рогатого скота в накопительном режиме: дис. ... канд. техн. наук. – Иркутск, 2011. – 184 с.
3. Бадмаев Ю.Ц., Дроздов А.С., Дугаров Д.Г. и др. Теоретические исследования процесса образования биогаза в метантенке с биофильтром // Вестник ВСГУТУ. - 2024. – № 2 (93). - С. 75-81.
4. Кильчукова О.Х. Совершенствование конструкции и режимов работы биогазовой установки для малых сельскохозяйственных предприятий: дис. ... канд. техн. наук. – Нальчик, 2019. – 142 с.
5. Гайфуллин И.Х. Разработка конструкции и обоснование параметров малообъемной биогазовой установки: дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2022. – 220 с.
6. Едисеев О.С., Друзянова В.П. Возможности биогазовой технологии на основе отходов свиноводства // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: материалы X Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Терских Ивана Петровича, (Молодёжный, 6–8 окт. 2022 г.). – Иркутск, 2022. – С. 165-169.
7. Едисеев О.С., Друзянова В.П. Получение структурирующей добавки для асфальтобетона из переработанных отходов свиного навоза // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Дальневост. гос. аграр. ун-та: в 3 т. – Благовещенск, 2025. – С. 275-280.
8. Друзянова В.П., Едисеев О.С. Получение модифицирующей добавки для битума из переработанных отходов свиного навоза // Научно-технологическое развитие агропромышленного комплекса: приоритеты и вызовы: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., посвящ. Дню российской науки, Улан-Удэ, 3–7 февр. 2025 г. – Улан-Удэ, 2025. – С. 363-369.

АНАЛИЗ НАЛИЧИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ ЗА 2022-2025 ГОДЫ

Иванников А.Б., канд. техн. наук, доцент,
Деменок И.В., канд. техн. наук,
Кононенко Н.В., аспирант

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: ivannikovab@sfsca.ru

Аннотация. Анализ наличия машинно-тракторного парка агропромышленного комплекса России охватывает период с 2022 по 2025 год обновления парка, которое в предыдущие годы в среднем составляло 3–5% ежегодно. В период с 2022 года агропромышленный комплекс столкнулся с вызовами санкций, ростом цен на импортные комплектующие и климатическими факторами, приведшими к сокращению производства техники на 12,5 % в 2024 г.

Ключевые слова: тракторы, машинно-тракторный парк, агропромышленный комплекс, коэффициент обновления парка, материально-техническое оснащение

Обеспечение сельскохозяйственных предприятий тракторами является ключевым индикатором материально-технического потенциала агропромышленного комплекса (АПК) России, влияющим на своевременное выполнение полевых работ, урожайность и общую эффективность производства. Обеспеченность рассчитывается как количество тракторов на 1000 га пашни (норматив – 4...6 ед. на 1000 га по рекомендациям Министерства сельского хозяйства Российской Федерации для интенсивного земледелия), а уровень использования – через коэффициент загрузки (отношение фактических моточасов к номинальным, оптимально 80...90 %) и коэффициент обновления парка (3...5% ежегодно) [1].

Обеспеченность тракторами снизилась с 2,69 ед./1000 га в 2022 году до 2,6 ед./1000 га в 2024 году, по прогнозу к 2025 году должна быть 2,89 ед./1000 га, ниже нормы в 2...3 раза. Нагрузка на трактор выросла с 372 га (2022) до 385 га (2024), прогноз на 2025 год – 346 га, увеличивая риски задержек и потерь урожая (до 5...10 %) (табл. 1).

Таблица 1

Обеспеченность тракторами сельскохозяйственных предприятий

	Год	Обеспеченность, ед./1000 га пашни	Нагрузка, га/трактор
1	2022	2,69	372
2	2023	2,65	377
3	2024	2,60	385
4	2025	2,89	346 (прогноз)

Парк тракторов сократился на фоне низкого обновления (коэффициент 3...3,5% ежегодно) и выбытия устаревших моделей (45...50 % более 10 лет). Дефицит оценивается в 20...25 тыс. ед. по состоянию на конец 2024 года. Производство упало на 25,1% в 2023 году, но количество гусеничных тракторов выросло на 80,5 % в 2024 году [2-4] (табл. 2).

Сокращение машинно-тракторного парка (МТП) на 4,6 % за период: производство стабилизировалось на уровне 6 тыс. шт./год, с долей отечественных более 70% в 2025 году. Субсидии (программа № 1432) [5] стимулировали отгрузки, но в 2025 году рынок просел на 8...10 % из-за роста цен (+20%).

Таблица 2

Численность парка тракторов по производству и продажам

Год	Численность парка, тыс. ед.	Производство, шт.	Продажи/отгрузки, шт.	Изменение парка г/г, %
2022	214,9	9598	6 195	-1,5
2023	211,5	7200	5 800	-1,6
2024	208,0	6400	5 200	-1,6
2025	~205 (прогноз)	~6000 (январь–ноябрь: 4740)	~4800	-1,4

Уровень использования оценивается через моточасы (фактические/номинальные, норматив 1500–2000 ч/год) и коэффициент обновления (3...3,5%). Загрузка – 70...80 % из-за простоев (20...30 %, износ, сезонность). В 2024 г. коэффициент обновления 3,4%, выбытие 4...5%. Косвенные индикаторы: рентабельность АПК 18% в 2024 г. (снижение с 25 % в 2022 г.), коррелирующая с загрузкой ($r = 0,65$). Моточасы: ~1200...1400 ч/год (данные 2023 г., средние 1300 ч, - 5% к 2022 г. из-за топлива +20%) (табл. 3).

Таблица 3

Уровень использования тракторов

Год	Коэффициент загрузки, %	Моточасы, ч/год	Коэффициент обновления, %
2022	78	1400	3,5
2023	75	1350	3,2
2024	72	1300	3,4
2025	74 (прогноз)	1320	3,4

Региональные различия: в Центральном федеральном округе (ФО) ~ 3,5 ед./1000 га, в Сибири ~ 1,8. Дефицит ~ 20 тыс. ед. эквивалентен покрытию 10...15 млн га.

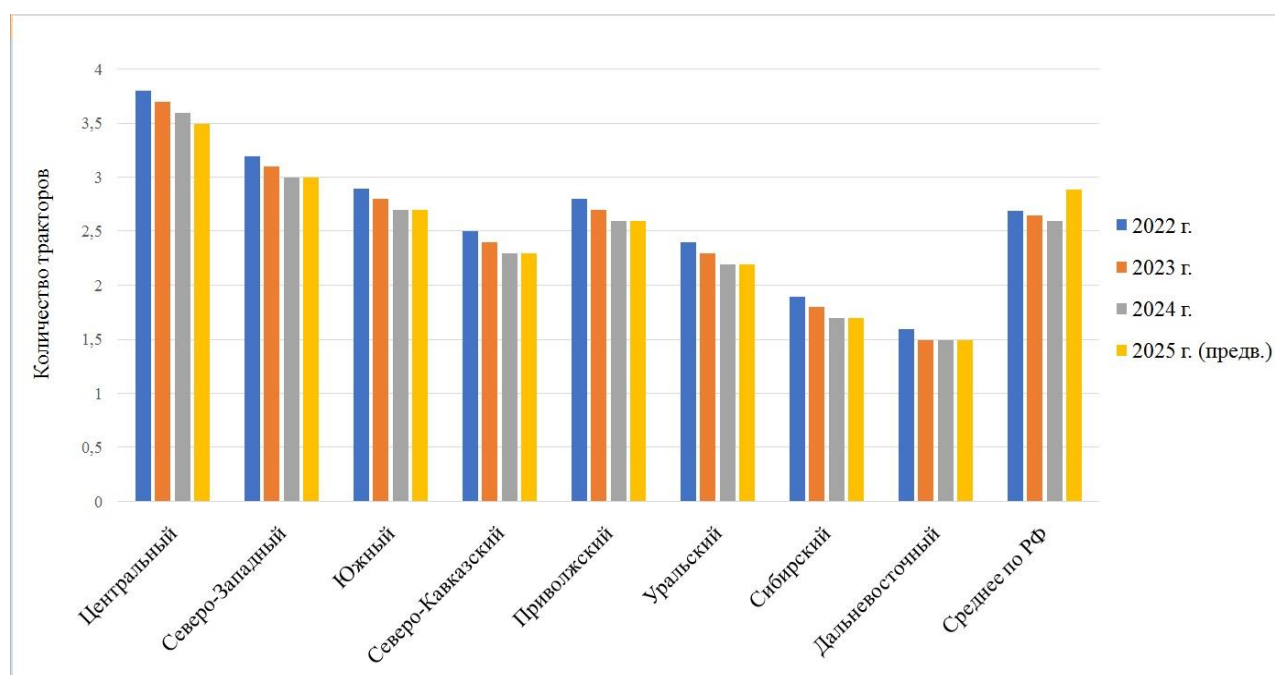
Обеспеченность варьируется: Центральный и Северо-Западный ФО лидируют за счет близости к производителям техники и инвестиций, Сибирский и Дальневосточный – отстают из-за климатических рисков и логистики. Нагрузка на трактор (га/ед.) выросла в удаленных округах на 5...10 %, снижая эффективность (с корректировкой на пашню по федеральным округам в среднем ~71 млн га [6] (табл. 4).

Таблица 4

Нагрузка на трактор по федеральным округам, га/ед.

№	Федеральный округ	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г. (предв.)	Изменение 2022–2025, %	Нагрузка, га/трактор (2024)
1	Центральный	3,8	3,7	3,6	3,5	-7,9	278
2	Северо-Западный	3,2	3,1	3,0	3,0	-6,3	333
3	Южный	2,9	2,8	2,7	2,7	-6,9	370
4	Северо-Кавказский	2,5	2,4	2,3	2,3	-8,0	435
5	Приволжский	2,8	2,7	2,6	2,6	-7,1	385
6	Уральский	2,4	2,3	2,2	2,2	-8,3	455
7	Сибирский	1,9	1,8	1,7	1,7	-10,5	588
8	Дальневосточный	1,6	1,5	1,5	1,5	-6,3	667
	Среднее по РФ	2,69	2,65	2,60	2,89	+7,4 (прогноз роста)	385

Динамика обеспеченности тракторов за 2022-2025 гг. (ед./1000 га пашни) по федеральным округам (см. рисунок).



Динамика обеспеченности тракторами за 2022-2025 гг. по федеральным округам, ед./1000 га пашни

В Сибирском ФО снижение на 10,5% из-за выбытия парка (+5% устаревших моделей). В Центральном ФО обеспеченность выше нормы на 10–15% за счет субсидий (программа 1432, охват 25% закупок) [4-6].

Региональные различия в обеспеченности сельскохозяйственных предприятий тракторами отражают неравномерность материально-технического оснащения АПК России, обусловленную факторами географии, экономической специализацией, инвестициями и государственной поддержкой. В 2022–2024 годах средняя обеспеченность по стране снизилась с 2,69 до 2,6. В 2025 г. намечился рост по прогнозу до 2,89 ед./1000 га, но различия по ФО значительны: от 3,5–4,0 в Центральном ФО до 1,5–1,8 в Сибирском. Анализ основан на данных [1-6] с фокусом на 2022–2025 годы.

Ресурсосберегающие технологии повышают загрузку на 10...15%, но охватывают меньше 15% парка. Различия внутри ФО значительны: в Центральном - от 4,2 в Московской обл. до 2,9 в Орловской; в Сибирском - от 2,1 в Алтайском крае до 1,4 в Иркутской области. В Чувашской Республике нагрузка снизилась на 10% в 2023 году за счет субсидий; в Иркутской - выросла на 15% из-за санкций на импорт. Корреляция с валовым внутренним продуктом (ВВП) АПК: $r = 0,6$ (высокая обеспеченность ведёт +10...15% рентабельности).

Факторы региональных различий [1-7]:

1. Экономические: Центральный и Приволжский ФО – 60% инвестиций в технику (субсидии 30%), Сибирь – 15% (логистика +20% затрат).

2. Географические: удаленные ФО (Сибирь, Дальний Восток) - износ +10% из-за климата, обеспеченность ниже на 40...50%.

3. Институциональные: в Южном ФО кооперация охват 25%, снижая нагрузку на 5...7%; в Сибирском ФО менее 10%.

Влияние наличия машинно-тракторного парка за 2022-2025 годы на эффективность агропроизводства АПК России [7]:

Снижение обеспеченности коррелирует с урожайностью (с 29 ц/га в 2022 г. до 25 ц/га в 2025 г. по прогнозу) и валовым сбором зерна (124,9 млн т в 2024/25 г. -14 %). Низкая загрузка (72...78 %) приводит к потерям 3...5 млн т/год. Положительный фактор: импортозамещение (доля отечественных машин 60...70 % в 2025 г.), рост производства гусеничных тракторов - + 80,5 % в 2024 г.

Выводы

1. Анализ наличия МТП АПК России за 2022–2025 гг. показывает, что обеспеченность тракторами сельскохозяйственных предприятий за этот период снизилась до 2,6...2,9 ед./1000 га по сравнению с 2021 годом, а их использование остаётся на уровне 72...78% из-за устаревания парка. Производство тракторов сократилось на 12,5% в 2024 г.

2. По итогам 2025 года ожидается рост обеспеченности тракторами сельскохозяйственных предприятий до 3,0 ед./1000 га при субсидиях государства и при импортозамещении более 70 %.

Список литературы

1. Анализ обеспечения сельскохозяйственных предприятий тракторами и уровня их использования в России [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: сайт. - URL: <http://rosstat.gov.ru>.
2. Обзор отчёта Министерства РФ за 2022 – 2025 годы [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: сайт. - URL: <http://mcx.gov.ru>.
3. Обзор научных публикаций по сельскохозяйственной технике [Электронный ресурс] // «КиберЛенинка» – научная электронная библиотека: сайт. - URL: <http://CyberLeninka.ru>.
4. Численность парка тракторов и производство/продажи [Электронный ресурс] // Электронная библиотека научных публикаций РИНЦ: сайт. - URL: <http://eLIBRARY.ru>.
5. Программа субсидирования отечественной сельскохозяйственной техники, закреплённая постановлением Правительства РФ № 1432 от 27 декабря 2012 года [Электронный ресурс] // Отдельный бюджет для тракторов и комбайнов: сайт. - URL: <http://atm36.rubusiness.ru>.
6. Региональные различия обеспеченности сельскохозяйственных предприятий тракторами в России [Электронный ресурс] // Росспецмаш-стат: интернет-портал. - URL: <http://Росспецмаш-стат.ru>.
7. Влияние наличия машинно-тракторного парка на эффективность агропроизводства АПК России [Электронный ресурс] // Открытые данные Министерства сельского хозяйства РФ: сайт. - URL: <http://opendata.mcx.ru>.

<https://doi.org/10.26898/2026-303>
УДК 631.3:62-6

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Иванников А.Б., канд. техн. наук, доцент,

Зайналов З.К., аспирант

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: zainalovzafar@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме снижения эксплуатационных затрат и повышения эффективности при транспортировке скоропортящейся сельскохозяйственной продукции. На основе анализа существующих типов изотермических фургонов и холодильных машин обоснована целесообразность применения альтернативных решений.

В качестве инновационного подхода предложена интеграция абсорбционной холодильной машины в систему малотоннажного транспортного средства с использованием бросовой теплоты отработавших газов двигателя внутреннего сгорания. Приведено описание принципиальной схемы и рабочих режимов экспериментального образца, демонстрирующего потенциал данного решения для снижения себестоимости перевозок и рационализации использования топливной энергии.

Ключевые слова: эффективность транспорта, утилизация теплоты, абсорбционная холодильная машина, скоропортящиеся грузы, логистика, вторичные энергоресурсы

Введение. Основная проблема при перевозке овощей, фруктов, мяса и молочных продуктов – поддержание нужной температуры. Стандартные рефрижераторы надёжные, но дорогие, а также имеют увеличенный расход топлива. Обычные изотермические фургоны, напротив, недорогие, но не способны долго сохранять холод в жаркую погоду. Малый и средний бизнес, особенно в сельской местности, нуждается в простом, а также недорогом решении. Предлагаемый способ позволяет использовать уже имеющийся ресурс – тепло отработавших газов (ОГ) – для получения холода в изотермическом фургоне.

Сравнительный анализ систем термостатирования изотермических фургонов. На сегодняшний день для перевозки продукции, чувствительной к температуре, используют два типа машин (табл. 1):

1. Активные (рефрижераторы). Оснащены автономной холодильной установкой. Их главный плюс – точный контроль заданной температуры. Минусы – высокая цена (как начальная, так и в обслуживании), большой вес и расход топлива.

2. Пассивные (изотермические фургоны). Представляют собой утеплённый корабль. Они лишь замедляют теплообмен с окружающей средой. Такие фургоны подходят для коротких перевозок в прохладную погоду, но в жаркую погоду или при длительных стоянках их эффективность резко падает [1].

Таблица 1

Сравнение эксплуатационных и экономических параметров систем охлаждения изотермических фургонов

№	Тип изотермического фургона	Преимущества	Недостатки	Стоимость
1	Фургоны с активным холодильным оборудованием	Точный контроль температуры и влажности Высокий уровень защиты продукции от порчи Поддержание стабильной температуры на всей дистанции пути Возможность перевозки разнообразных грузов с широким диапазоном температур	Более высокая стоимость покупки и обслуживания Риск поломок в пути требует регулярного сервиса Более высокий вес из-за холодильного оборудования и теплообмена Возможна потеря объема полезного пространства из-за обвязки и оборудования	Начальная стоимость выше средней на 15–40% по сравнению с пассивной изоляцией Расходы на топливную часть для автономных компрессоров, Ежемесячные затраты на обслуживание холодильной системы, замены фильтров, и т.д.
2	Фургоны с пассивной изоляцией	Более низкая стоимость покупки Простота эксплуатации и обслуживания Меньший вес и больший полезный объем за счет упрощенной конструкции	Ограничение по температурному режиму и скорости реакции на изменение условий Риск порчи продукции при длительных задержках вне допустимого диапазона	Начальная стоимость ниже средней Эксплуатационные расходы прописываются в рамках затрат на охлаждающие материалы

Проведенный анализ указывает на существующий технологический разрыв между дорогостоящими, но эффективными активными системами и дешевыми, но ограниченными пассивными. Это создает предпосылки для поиска альтернативных решений, способных сочетать оперативность охлаждения с приемлемыми капитальными и эксплуатационными затратами.

Альтернативные холодильные технологии и потенциал утилизации тепла. Среди альтернатив компрессорным холодильным циклам для мобильных применений наибольший интерес представляют абсорбционные холодильные машины (АБХМ) и термоэлектрические (на основе эффекта Пельтье) системы (табл. 2).

Термоэлектрические системы отличаются компактностью и надежностью, но их крайне низкий коэффициент эффективности (COP) и высокое энергопотребление делают их неконкурентными для задач объемного охлаждения.

АБХМ характеризуются отсутствием движущихся частей в основном контуре, низким уровнем шума и, что наиболее важно, приводом от источника тепла, а не электроэнергии. Низкий COP стационарных АБХМ традиционно считался их главным недостатком [2]. Однако в контексте транспортного применения ключевым становится не абсолютная эффективность цикла, а источник энергии для него. Использование для работы АБХМ бросовой теплоты ОГ двигателя внутреннего сгорания (ДВС), которая в стандартной схеме безуспешно рассеивается в атмосфере, кардинально меняет весь процесс. В этом случае затраты на производство холода приближаются к нулю, а сам процесс представляет собой утилизацию вторичного энергоресурса, повышая общий КПД использования топлива [3].

Основные рабочие вещества в АБХМ – это пара «хладагент – абсорбент». Чаще всего это аммиак (хладагент) и вода (абсорбент). Цикл выглядит так:

- Нагрев (в генераторе). Тепло от ОГ подводится к богатому аммиаком раствору. Аммиак испаряется, отделяясь от воды.
- Конденсация. Пары аммиака охлаждаются и конденсируются в жидкость.
- Испарение (в испарителе). Жидкий аммиак попадает в зону низкого давления, где кипит, забирая тепло из воздуха и охлаждая его.
- Поглощение. Образовавшиеся пары аммиака поглощаются бедным раствором воды, который снова становится богатым, и цикл повторяется [4].

Проведенный анализ наглядно демонстрирует отсутствие универсального решения в области холодильных технологий, поскольку каждая из рассмотренных систем занимает важную, но строго ограниченную нишу, определяемую фундаментальными физическими принципами их работы.

Описание предложенного технического решения. В качестве практической реализации технического решения предлагается интегрированная система охлаждения изотермического фургона, в которой источником энергии для АБХМ служит ОГ ДВС транспортного средства.

Вариант технического решения представлен на рис. 1.

Для проверки теоретических предпосылок на базе лаборатории технического сервиса МТП СибИМЭ СФНЦА РАН была создана экспериментальная установка (рис. 2), которая включает в себя дизельный двигатель Д-242, установленный на открытом воздухе, изотермический фургон с установленным в нём холодильным агрегатом, обкаточно-тормозной стенд и контрольно-измерительное и регистрирующее оборудование, расположенное внутри лаборатории. Функциональная схема установки соответствует принципам, изложенным в патенте № 2788019 «Система поддержания заданного температурного режима в основных узлах и прицепном агрегате самоходной машины» [5].

Таблица 2

**Сравнительный анализ термодинамических циклов и эксплуатационных характеристик
холодильных систем различного типа**

Критерий	Компрессорная система	Бескомпрессорная система (АБХМ)	Термоэлектрическая система (Пельтье)
Принцип действия	Механическое сжатие паров хладагента (обратный цикл Карно)	Термохимический процесс абсорбции-десорбции с нагревом раствора	Прямое преобразование электрической энергии в тепловую (эффект Пельтье)
Привод циркуляции	Электродвигатель компрессора (механическая работа)	Тепловая энергия (нагрев)	Постоянный электрический ток
Ключевые преимущества	Высокий коэффициент эффективности (COP); быстрое выведение на режим; отработанная, надежная технология; широкий диапазон мощностей	Возможность использования бросового тепла; отсутствие движущихся частей (высокая надежность, бесшумность); простота регулирования производительности	Полное отсутствие движущихся частей, хладагента (абсолютная бесшумность, надежность); компактность и малые габариты; реверсивность (охлаждение/нагрев); высокая скорость термостабилизации
Ключевые недостатки	Шум и вибрация от работы компрессора; экологические риски утечки хладагента; сложность конструкции и обслуживания	Низкий коэффициент эффективности (COP); 1. высокая инерционность (медленный выход на режим); 2. потенциальная токсичность рабочих веществ (аммиак)	Очень низкий КПД, высокое энергопотребление; 1. ограниченная холодопроизводительность; 2. сильная зависимость эффективности от перепада температур; 3. высокая стоимость качественных модулей

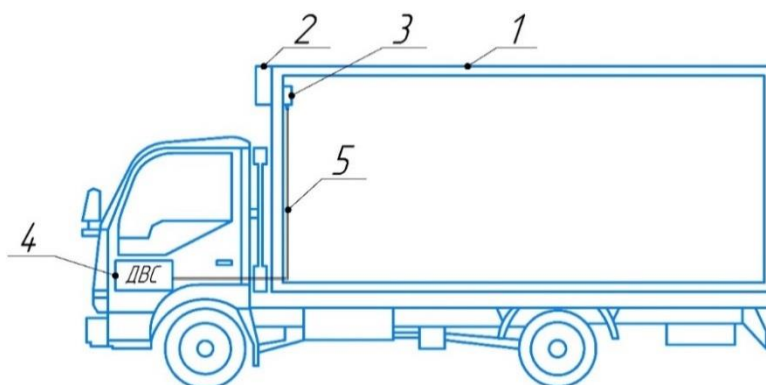


Рис. 1. Вариант технического решения по охлаждению воздуха в изотермическом фургоне:
1 – изотермический фургон; 2 – внешний модуль АБХМ; 3 – внутренний модуль АБХМ; 4 – ДВС;
5 – утилизационный контур

Экспериментальная установка работает следующим образом. После запуска ДВС (4) образуются ОГ. Вместо того чтобы сразу выбрасываться в атмосферу через глушитель (5), они по специальному контуру (6) направляются к внешнему модулю АБХМ (3). В внешнем модуле АБХМ (3) тепло ОГ используется для подогрева хладагента в абсорбционной машине. Это тепло является движущей силой для запуска холодильного цикла в АБХМ. В результате работы абсорбционного цикла, внутренний модуль АБХМ (2), расположенный внутри изотермического фургона (1), начинает активно поглощать тепло из воздуха грузового отсека, тем самым охлаждая его до требуемой температуры. Когда температура воздуха в фургоне достигает заданного значения, система управления перенаправляет поток

ОГ обратно в стандартный глушитель (5), прекращая нагрев внешнего модуля АБХМ (3). Холодильный цикл останавливается, и охлаждение приостанавливается. Если температура в фургоне снова повышается, система возобновляет подачу ОГ к АБХМ, и цикл охлаждения начинается снова.

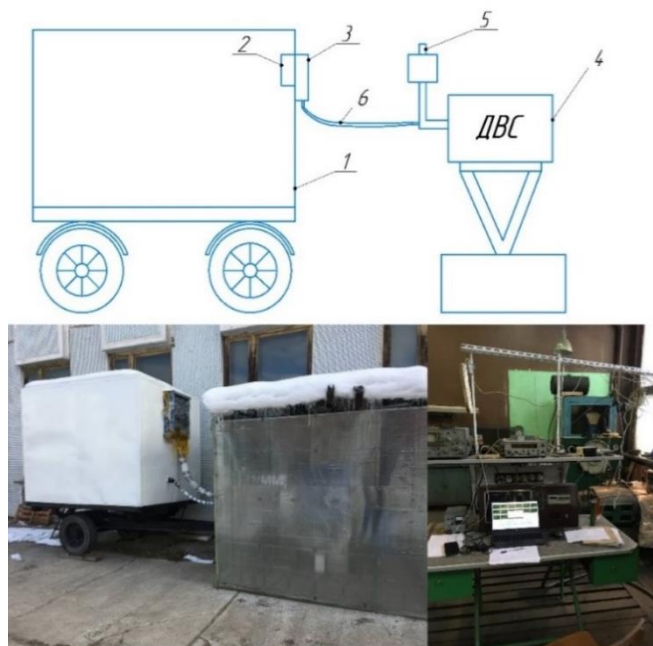


Рис. 2. Функциональная схема и общий вид экспериментальной установки:
1 – изотермический фургон; 2 – внешний модуль АБХМ; 3 – внутренний модуль АБХМ; 4 – ДВС;
5 – глушитель ОГ; 6 – утилизационный контур

Заявленная установка может использоваться на малотоннажных автомобилях в летнее время года либо в жарком климате для перевозки грузов с требуемым температурным режимом. Ее применение позволяет снизить стоимость специализированного транспортного средства и повысить эффективность использования тепла от сгорания топлива в ДВС.

Выводы

1. Существующий парк изотермических фургонов характеризуется проблемой выбора между дорогостоящими активными системами и ограниченно пассивными, что определяет необходимость разработки новых энергоэффективных решений.

2. Наиболее перспективным направлением является создание гибридных систем, использующих вторичные энергоресурсы самого транспортного средства. Предложено техническое решение на основе АБХМ, приводящейся в действие бросовой теплотой ОГ ДВС.

3. Практическая реализация данной разработки позволяет снизить себестоимость перевозок скоропортящихся грузов за счет исключения затрат на топливо для автономного холодильного агрегата и повысить общий энергетический КПД транспортного средства за счет полезной утилизации тепловых потерь.

Список литературы

1. Зайцева М.М., Климович Е.С. Обоснование выбора вида теплоизоляции изотермического фургона // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 181.
2. Иванников А.Б., Зайналов З.К., Желудев В.Л. Использование бросовой теплоты ДВС для обеспечения сохранности сельскохозяйственной продукции при перевозке в изотермическом фургоне // Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: сб. ст. Всерос. (нац.) науч.-

практ. конф., посвящ. 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ, Омск, 24–25 июля 2024 г. – Омск: Омский аграрный научный центр, 2024. – С. 268-276.

3. Руденев Н.А. Подбор холодильно-отопительных установок для изотермических кузовов-фургонов // Перспективы развития транспортного комплекса: материалы II Междунар. заочной науч.-практ. конф., Минск, 4–6 окт. 2016 г. – Минск, 2016. – С. 159-164.

4. Королькова Е.В., Инякин П.А. Бескомпрессорная холодильная техника будущего // Основы рационального природопользования: материалы VIII Нац. конф. с междунар. участием, Саратов, 27–28 окт. 2022 г. – Саратов, 2022. – С. 173-176.

5. Патент № 2788019 С1 Российская Федерация, МПК В62D 63/02, В62D 107/00, В60Н 1/00. Система поддержания заданного температурного режима в основных узлах и прицепном агрегате самоходной машины: № 2022123384; заявл. 31.08.22; опубл. 16.01.23 / Иванников А.Б., Иванов Н.М., Крохта Г.М., Дусантаев А.И.; заявитель ФГБУН «Сиб. фед. науч. центр агробиотехнологий РАН».

<https://doi.org/10.26898/2026-304>
УДК 631.3:004

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАРАМЕТРОВ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

**Иванников А.Б., канд. техн. наук, доцент, в.н.с.,
Пятин С.П., н.с.,**

Коробова А.Е., аспирант

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: ivannikovab@sfscs.ru

Аннотация. Рассмотрен практический подход к созданию бортовой цифровой системы оперативной диагностики параметров тракторов и комбайнов, ориентированной на снижение простоев и повышение безопасности эксплуатации машинно-тракторного парка. Предложена концепция переноса ранее разработанных безразборных и интеллектуальных методов диагностики дизельного двигателя на единую цифровую платформу. Описан состав измерительных каналов, необходимых для расчёта диагностических признаков, а также набор датчиков и модулей связи для интеграции с системой управления верхнего уровня. Сформулирована многоуровневая архитектура программного обеспечения, обеспечивающая сбор, преобразование, обработку, конфигурирование и передачу диагностических данных.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, сельскохозяйственная техника, машинно-тракторный парк, оперативная диагностика, телеметрия, бортовая информационная система, LoRaWAN, ГЛОНАСС/GPS, безопасность эксплуатации

Введение. Эксплуатация тракторов и комбайнов неизбежно сопровождается затратами на поддержание техники в работоспособном состоянии, поскольку процессы износа узлов и агрегатов приводят к росту вероятности отказов и повышению расходов на ремонт. На практике задача поддержания работоспособности машин традиционно решается планово-предупредительной системой технического обслуживания, однако данный подход не всегда позволяет существенно сократить простои, связанные с внеплановыми ремонтами [1].

Перспективным направлением повышения эффективности эксплуатации машинно-тракторного парка является внедрение бортовых цифровых систем, обеспечивающих сбор и обработку информации о состоянии ключевых узлов в ходе работы машины. Дополнительным аргументом в пользу цифровизации является рост требований к производственной безопасности и необходимости оперативного выявления потенциально опасных режимов эксплуатации.

Цель и постановка задачи. Целью работы является формирование практических рекомендаций по созданию бортовой цифровой системы оперативной диагностики параметров сельскохозяйственной техники с возможностью последующей интеграции в информационную систему верхнего уровня управления.

Для достижения цели предлагается использовать подход, основанный на переносе ранее разработанных безразборных и интеллектуальных методов диагностики дизельного двигателя на новую цифровую платформу и на расширении перечня измерительных каналов за счёт установки дополнительных датчиков.

Базовые диагностические технологии. В лаборатории технического сервиса машинно-тракторного парка СИБИМЭ СФНЦА РАН разработан ряд методов и стационарных средств диагностики узлов дизельного двигателя, реализуемых в рамках концепций «безразборные методы диагностики» и «интеллектуальные средства диагностики» [1]. На первом этапе целесообразно перенести на бортовую цифровую платформу следующие технологии:

- метод определения мощности дизельного двигателя;
- метод определения параметров прецизионных элементов топливной аппаратуры двигателя;
- метод определения параметров подшипников скольжения кривошипно-шатунного механизма двигателя.

Состав измерительных каналов и датчиков. Штатные датчики большинства серийных машин не рассчитаны на двойное использование в задачах диагностики и телеметрии, поэтому для реализации перечисленных методов требуется установка дополнительных измерительных каналов. Рекомендуемый набор датчиков представлен в таблице.

Архитектура программного обеспечения. Разработку бортовой информационной системы целесообразно выполнять на встраиваемом вычислительном модуле под управлением операционной системы. Это обеспечивает масштабируемость, упрощает обновление программных компонентов и создаёт основу для дальнейшего развития функций анализа данных и интеграции с цифровыми сервисами [2, 3].

Программную среду бортовой системы рекомендуется разделить на несколько уровней:

1. Нижний (аппаратно-абстрактный) уровень – описание датчиков, портов подключения и параметров преобразования сигналов; настройка частоты опроса, времени выборки и буферизации; привязка измерительного канала к структурному параметру или диагностическому признаку.
2. Библиотечный уровень – набор стандартных функций чтения первичных данных, преобразования в физические величины, фильтрации/усреднения, а также записи в буферную память (в зависимости от типа датчика и интерфейса).
3. Уровень обработки данных – программы вычисления диагностических признаков и контроль пороговых значений для формирования предупреждений.
4. Уровень конфигурирования – программный модуль настройки датчиков и порогов срабатывания аварийной сигнализации непосредственно на машине.

5. Коммуникационный уровень – модуль регистрации событий и передачи диагностических признаков и аварийных ситуаций в информационную систему верхнего уровня управления (по каналу LoRaWAN или альтернативным каналам связи) [4].

Рекомендуемый набор датчиков и модулей бортовой системы

Контролируемый параметр	Рекомендуемый датчик/модуль	Диапазон/характеристика	Примечание
Угловая скорость/положение коленчатого вала	Датчик угловых меток или датчик зубьев маховика	360 меток/оборот или 160 зубьев (пример: МТЗ-82, Д-242)	Установка на коленчатый вал/маховик
Часовой расход топлива (оценка)	Ёмкостной датчик уровня топлива с определением воды	По характеристикам датчика	Расчёт расхода по изменению уровня/моделям
Температура охлаждающей жидкости	Датчик температуры	0...100 °С	Контроль теплового режима
Температура масла	Датчик температуры	20...200 °С	Контроль смазки и нагрузки
Температура внешней среды	Датчик температуры	-20...+40 °С	Учет условий эксплуатации
Давление масла	Датчик давления	0...200 кПа	Контроль аварийных режимов
Давление впрыска импульса топлива	Датчик давления	0...100 МПа	Контроль нагрузки, установка в масляной магистрали
Координаты местоположения	Приёмник ГЛОНАСС/GPS	географические координаты	Контроль маршрутов и зон работы
Положение/наклон машины	Модуль инерциальных измерений (3-осевой акселерометр + гироскоп), напр. TREMA	3 оси	Контроль устойчивости/опасных режимов
Связь с верхним уровнем	Модуль беспроводной связи LoRaWAN	Телеметрический канал	Передача признаков и событий

Ожидаемый эффект и перспективы. Внедрение бортовой цифровой системы оперативной диагностики позволяет повысить уровень безопасной эксплуатации машинно-тракторного парка за счёт своевременного выявления отклонений параметров и фиксации опасных режимов работы. Дополнительный эффект ожидается в виде сокращения простоев и уменьшения затрат на техническое обслуживание благодаря более обоснованному планированию ремонтных воздействий и накоплению эксплуатационных данных.

Дальнейшее развитие системы целесообразно связать с пилотной эксплуатацией на типовых образцах техники, уточнением алгоритмов расчёта диагностических признаков, разработкой регламентов реагирования на предупреждения и расширением интеграции с цифровыми платформами управления производством [5].

Заключение. Предложенный практический подход ориентирован на создание бортовой цифровой системы оперативной диагностики, основанной на переносе разработанных методов диагностики двигателя на единую программно-аппаратную платформу и на расширении состава измерительных каналов. Реализация многоуровневой архитектуры программного обеспечения и организация обмена данными с верхним уровнем управления создают предпосылки для повышения эффективности технического обслуживания и обеспечения безопасности эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Список литературы

1. Ерлыгина Е.Г., Васильева А.Д. Цифровая трансформация сельского хозяйства [Электронный ресурс] // КиберЛенинка, 2020. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-selskogo-hozyaystva-1>.
2. Прокопов С.П., Союнов А.С., Демчук Е.В. Система дистанционного мониторинга и диагностики как инструмент повышения технической готовности тракторов [Электронный ресурс] // КиберЛенинка, 2024.- URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-distantsionnogo-monitoringa-i-dagnostiki-kak-instrument-povysheniya-tehnicheskoy-gotovnosti-traktorov/viewer>.
3. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс] // КиберЛенинка, 2021. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-sistema-diagnostirovaniya-parametrov-tehnicheskogo-sostoyaniya-selskohozyaystvennoy-tehniki>.
4. Лившиц В.М., Косенко Д.Ю., Пятин С.П., Монозон А.А., Кошевой В.Г. Влияние степени износа шатунных подшипников на амплитуду пульсаций давления масла // АгроЭкоИнфо: электронный научно-производственный журнал. - 2018. - № 4 [Электронный ресурс]. - URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2018/4/st_435.doc.
5. Dinesh S., Parthasarathy H. et al. Implementation of a LoRaWAN Based Smart Agriculture Decision Support System // Sustainability. 2022. (Open Access). - URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/2/827>.

<https://doi.org/10.26898/2026-305>
УДК 631.3:004

ВСТРОЕННЫЕ СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МТП

Иванников А.Б.¹, канд. техн. наук, доцент, в.н.с.,
Пятин С.П.¹, н.с.,
Косенко Д.Ю.², государственный судебный эксперт

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский региональный центр судебной экспертизы
Министерства юстиции Российской Федерации, Новосибирск, Россия
e-mail: ivannikovab@sfscs.ru

Аннотация. В статье рассматривается необходимость перехода к стратегии обслуживания машинно-тракторного парка по фактическому техническому состоянию с применением встроенных (бортовых) средств диагностики. В качестве базовой технологии предлагается использовать метод оценки зазоров в подшипниках кривошипно-шатунного механизма по параметрам пульсаций давления масла, разработанного в СИБИМЭ СФНЦА РАН. Описан алгоритм работы, требования к аппаратному обеспечению (датчикам, вычислительному модулю) и конструктивное исполнение диагностической системы в виде автономного блока, устанавливаемого на приборную панель. Показаны преимущества предлагаемого решения: непрерывность контроля, возможность прогнозирования отказов, оперативность реагирования и снижение эксплуатационных затрат и т.д.

Ключевые слова: техническая диагностика, встроенные средства диагностики, пульсации давления масла, подшипники коленчатого вала, обслуживание по фактическому состоянию, прогнозирование отказов

Введение. Современные тенденции в развитии сельскохозяйственного машиностроения привели к появлению мощных, многофункциональных агрегатов, способных совмещать несколько технологических операций в рамках одного прохода – обработку почвы, внесение удобрений, посев и прикатывание. Такой подход существенно повышает производительность и снижает эксплуатационные затраты, но одновременно формирует принципиально иную модель рисков: поломка одной высокопроизводительной машины способна парализовать целый комплекс полевых работ, привести к нарушению агротехнических сроков и, как следствие, к значительным экономическим потерям.

Действующая в большинстве хозяйств система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта (ППР), регламентированная ГОСТ 20793-2023 [1], предусматривает проведение обслуживания через фиксированные наработки. Это приводит к тому, что при обслуживании «по регламенту» часть машин обслуживается преждевременно (что влечёт неоправданные простои и затраты), а часть – с опозданием, когда неисправность уже переходит в аварийный отказ [2].

Альтернативой является стратегия обслуживания техники по фактическому техническому состоянию, реализация которой невозможна без применения средств технической диагностики.

Особый интерес в этом контексте представляют встроенные (бортовые) средства диагностики, интегрированные непосредственно в конструкцию машины и обеспечивающие непрерывный контроль рабочих параметров без привлечения внешнего диагностического оборудования и без остановки технологического процесса.

Цель и постановка задачи. Целью исследования является анализ возможностей встроенных средств диагностики для повышения надёжности машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий, обоснование практических рекомендаций по их интеграции в систему мониторинга технического состояния техники на базе ранее разработанных безразборных и интеллектуальных методов диагностики.

Встроенные средства оперативной диагностики. Очевидно, что для реального повышения надёжности машинно-тракторного парка (МТП) необходим переход от периодического диагностирования к непрерывному мониторингу состояния критических узлов автотракторной техники непосредственно в процессе эксплуатации машины.

Концептуальным решением данной задачи является перенос уже отработанных и экспериментально подтверждённых диагностических технологий в формат встроенных (бортовых) средств диагностики. Суть подхода состоит не в разработке принципиально новых диагностических методов, а в адаптации существующих алгоритмов к условиям автономной работы в составе бортовой системы машины.

В качестве базовой технологии для реализации во встроенном диагностическом средстве выбрана технология контроля состояния подшипников скольжения кривошипно-шатунного механизма по параметрам пульсаций давления масла в главной масляной магистрали дизельного двигателя, разработанная в лаборатории технического сервиса МТП СибИМЭ СФНЦА РАН [3].

Суть данной технологии заключается в следующем. С помощью сигналов с датчиков верхней мертвой точки и импульса впрыска топлива первой секции ТНВД, формируется временная метка события – начало рабочего цикла (НРЦ) дизельного двигателя. Начиная с этого момента времени аналогово-цифровой преобразователь преобразует сигнал с датчика давления масла с заданной периодичностью, а полученные значения переводятся в физические единицы и сохраняются в буферном массиве памяти. Процесс записи значений в массив прекращается с формированием следующей временной метки НРЦ.

Далее при помощи алгоритма обработки записанных данных, массив значений разбивается на фрагменты по углу поворота коленчатого вала, количество которых зависит от количества цилиндров исследуемого двигателя. Обработывая каждый фрагмент, определяется максимальное и минимальное значения пульсаций давления масла, характерное для работы каждой шейки (секции) коленчатого вала. Подставляя полученные значения в регрессионное уравнение (получено в результате статистической обработки массива экспериментальных данных), вычисляются значения зазоров для коренных и шатунных подшипников скольжения коленчатого вала. Зазоры в коренных и шатунных подшипниках скольжения коленчатого вала являются диагностическими признаками. Полученные значения зазоров сравниваются с эталонными.

Для аппаратной реализации встроенного средства диагностики на основе пульсаций давления масла необходимо: установить необходимые датчики, модуль сбора и обработки данных, внедрить алгоритмы принятия решения, оповещения и рекомендаций.

Как правило, штатные датчики давления масла являются пороговыми (работают в режиме «есть давление/нет давления») и не обеспечивают измерения абсолютного значения давления и его пульсаций с необходимой точностью и быстродействием. Датчики верхней мёртвой точки и импульса впрыска топлива в штатной комплектации многих тракторов отсутствуют вовсе. Поэтому для реализации описанной технологии необходима установка комплекта дополнительных датчиков. Состав и диапазон измерений необходимого набора датчиков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемый набор датчиков встроенной диагностической системы

Измеряемый параметр	Тип датчика	Диапазон измерения	Особенности установки
Частота вращения коленчатого вала	Датчик угловых меток	360 меток на оборот	С установкой на коленчатый вал
Верхняя мёртвая точка (ВМТ)	Датчик магнитного поля (индукционный или на эффекте Холла)	-	Устанавливается на маховик или шкив
Давление импульса впрыска топлива	Датчик давления	0–150 МПа	Устанавливается на топливопровод 1-й секции ТНВД
Температура охлаждающей жидкости	Датчик температуры	0–150 °С	Устанавливается в систему охлаждения
Температура масла	Датчик температуры	–40...+200 °С	Устанавливается в масляный картер или магистраль
Температура внешней среды	Датчик температуры	–40...+60 °С	Устанавливается на внешней поверхности машины
Давление масла	Датчик давления	0–6 МПа	Устанавливается в главную масляную магистраль

Особые требования предъявляются к датчику давления масла, который является ключевым элементом системы. Он должен обеспечивать измерение не только среднего уровня давления, но и высокочастотных пульсаций, обусловленных работой отдельных цилиндров. Для этого датчик должен обладать достаточным быстродействием (частотный диапазон не менее 1 кГц) и чувствительностью в области малых изменений давления. Датчик угловых меток с разрешением 360 меток на оборот обеспечивает угловое разрешение в 1°, что позволяет точно привязывать пульсации давления к фазам рабочего цикла и идентифицировать вклад каждого цилиндра.

В качестве вычислительного модуля системы может быть использован один из множества готовых встраиваемых модулей на базе микроконтроллеров [4].

Для отображения диагностической информации предполагается использовать графический жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) с расширенным температурным диапазоном эксплуатации. Графический индикатор, в отличие от символьного, позволяет наглядно визуализировать состояние каждого подшипника с цветовой или шкальной

индикацией принадлежности к зоне износа, отображать тренды изменения параметров и текстовые сообщения.

Разработанную встроенную диагностическую систему предполагается конструктивно оформить в виде компактного блока (индикатора), устанавливаемого на приборную панель трактора на место штатного манометра давления масла. Такое решение обладает рядом преимуществ: не требуется выделение дополнительного места на приборной панели; сохраняется привычное для оператора расположение индикатора контроля давления масла; используется существующее посадочное место и штатный канал подвода масла к манометру; диагностическая система полностью замещает функции штатного манометра (отображение текущего давления масла), дополняя их расширенным функционалом диагностирования. Предполагается, что вся информация о текущем состоянии каждого коренного и шатунного подшипника КШМ будет выводиться на графический индикатор диагностического устройства в соответствии со следующими классификациями технического состояния (табл. 2), а вычисленные значения зазоров сравниваться с граничными значениями, определяющими принадлежность к одной из четырёх зон степени износа подшипников (в порядке увеличения зазора).

Таблица 2

**Классификациями технического состояния подшипников ДВС при реализации
встроенной диагностической системы**

Техническое состояние	Характеристика	Рекомендуемое действие
Рабочее (номинальное)	Зазор находится в пределах допуска нового или отремонтированного двигателя	Эксплуатация без ограничений
Начало износа	Зазор превышает номинальный, но находится в допустимых пределах	Усиленный контроль, планирование обслуживания
Критический износ	Зазор приближается к предельно допустимому значению	Планирование ремонта в ближайшее время, ограничение нагрузки
Аварийный износ	Зазор превышает предельно допустимое значение	Немедленная остановка двигателя, ремонт

Граничные значения зон устанавливаются на основании нормативных данных заводов-изготовителей двигателей, рекомендаций ремонтных руководств и результатов экспериментальных исследований. При попадании значений зазоров в зону «Критический износ» или «Аварийный износ» дополнительно активируется звуковой сигнал, привлекающий внимание оператора к необходимости принятия мер.

Перенос отработанной технологии безразборного диагностирования в формат встроенного бортового средства обеспечивает ряд принципиальных преимуществ по сравнению с традиционной стационарной и полевой диагностикой, а также по сравнению с планово-предупредительной системой обслуживания: непрерывность контроля (позволяет обнаруживать быстроразвивающиеся дефекты); оперативность реагирования (при обнаружении критического или аварийного износа оператор немедленно получает звуковой и визуальный сигнал, что позволяет принять меры); прогнозирование отказов (прогнозировать момент перехода из зоны «Начало износа» в зону «Критический износ»); снижение затрат на обслуживание, автономность.

Заключение. Внедрение систем непрерывного мониторинга технического состояния на базе встроенных средств диагностики является ключевым фактором повышения надежности машинно-тракторного парка и экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Адаптация и внедрение в машину технологий на примере контроля подшипников КШМ по пульсациям давления масла в бортовом исполнении на базе автономного устройства позволит отслеживать техническое состояние критических узлов агрегата, исключить участия квалифицированного персонала и использования внешнего оборудования, необоснованные вмешательства и затраты.

Список литературы

1. ГОСТ 20793-2023. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. - М.: Российский институт стандартизации, 2023.
2. Михлин В.М., Серов А.А. Влияние условий эксплуатации на износ узлов тракторных двигателей // Тракторы и сельхозмашины. - 2017. - № 4. - С. 38–43.
3. Лившиц В.М., Косенко Д.Ю., Пятин С.П., Моносзон А.А., Кошевой В.Г. Влияние степени износа шатунных подшипников на амплитуду пульсаций давления масла // АгроЭкоИнфо: электронный научно-производственный журнал. - 2018. - № 4 [Электронный ресурс]. - URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2018/4/st_435.doc.
4. Микроконтроллеры // АО «ЧИП и ДИП». - URL: <https://www.chipdip.ru/catalog/ic-microcontrollers?ysclid=mlg4f87re834273640> (дата обращения: 05.02.2026)

<https://doi.org/10.26898/2026-306>

УДК 631.171:631.3(476)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТРЕБНОСТИ В ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНАХ ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Казакевич П.П.¹, д-р техн. наук, проф.,
Бакач Н.Г.², канд. техн. наук, доцент,
Володкевич В.И.², зав. лабораторией,
Шах А.В.², н.с.**

¹Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

²Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: info@belagromech.by

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований потребности в перспективных моделях зерноуборочных комбайнов для использования в условиях Республики Беларусь.

Ключевые слова: зерновые и зернобобовые культуры, технические культуры, самоходные зерноуборочные комбайны, производительность, эффективность применения техники, агротехнические сроки, технологическая потребность

Введение. Формирование перспективной структуры парка зерноуборочных комбайнов в Республике Беларусь осуществляется на фоне неблагоприятных тенденций, характеризующихся значительным (в 1,2...1,3 раза) превышением доли их списания над обновлением. Кроме того, около 50% применяемого парка уборочных машин выработало свой ресурс и требует значительных затрат на поддержание его в работоспособном состоянии. Вследствие этого увеличиваются затраты на производство зерна, а следовательно снижается его конкурентоспособность. Поэтому увеличение производства зерна в значительной степени зависит также от применяемого парка машин для его уборки. При этом продолжительность сроков проведения уборочных работ определяется не минимальным, а агротехнически обоснованным временным периодом с применением экономически целесообразного количества технических средств.

Цель работы – совершенствование структуры парка зерноуборочных комбайнов для обеспечения уборки зерна в оптимальные агротехнические сроки и повышения качества уборки в условиях сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь.

Методы исследований – применены информационные методы, включающие аналитические и статистические методы обработки данных и анализа информации, современного системного подхода.

Основная часть. Потребность в зерноуборочных комбайнах для условий Республики Беларусь определялась на основе результатов исследований объёмов убираемых площадей зерновых культур (озимых, яровых и рапса) и производства зерна (табл. 1), агротехнических сроков его уборки, фактической урожайности зерна, ежегодного намолота зерна, технического состояния зерноуборочных комбайнов в период его уборки и других факторов [1].

Таблица 1

Структура посевных площадей зерновых культур и прогноз валового сбора зерна в сельскохозяйственных организациях регионов Республики Беларусь в 2025 г.

Область	Посевная площадь зерновых культур, тыс. га	Прогнозируемый валовой сбор зерна, тыс. т
Брестская	397,3	1993,5
Витебская	369,7	1100,0
Гомельская	372,4	1113,0
Гродненская	348,8	1998,4
Минская	518,2	2542,6
Могилёвская	384,8	1172,5
Итого по республике	2391,2	9920,0

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях республики насчитывается 7195 ед. зерноуборочных комбайнов.

Применяемый в хозяйстве парк машин (табл. 2) по пропускной способности объективно может быть разделён на три класса: до 10 кг/с, 10-12 кг/с и свыше 12 кг/с. Наибольший удельный вес в структуре парка комбайнов занимают комбайны класса 10-12 кг/с (78,4%, или 5641 ед.), далее следует комбайны свыше 12 кг/с (14,8%, или 1068 ед.) и комбайны класса до 10 кг/с (6,8%, или 486 ед.).

Таблица 2

Распределение парка зерноуборочных комбайнов по классам пропускной способности в сельскохозяйственных организациях регионов Республики Беларусь, ед.

Область	В числе по пропускной способности, кг/с			Всего зерноуборочных комбайнов
	до 10	10-12	свыше 12	
Брестская	126	1098	134	1358
Витебская	91	868	75	1035
Гомельская	129	840	19	988
Гродненская	71	724	390	1185
Минская	49	1188	362	1599
Могилёвская	20	922	88	1030
Итого по республике	486	5641	1068	7195
в %	6,8	78,4	14,8	100,0

Для прогнозирования потребности в зерноуборочных комбайнах и определения рациональной его структуры выполнена группировка сельскохозяйственных организаций регионов республики по площадям уборки зерновых культур и намолоту зерна за последние 10 лет (2014-2024 года) в зависимости от его урожайности. При этом из всей совокупности сельскохозяйственных предприятий выделено три группы хозяйств в зависимости от фактической урожайности зерна:

- сельскохозяйственные предприятия с урожайностью до 4,0 т/га в которых экономически целесообразно применение зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью до 10 кг/с;

• сельскохозяйственные предприятия с урожайностью 4,0-5,9 т/га в которых экономически целесообразно применение зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью 10-12 кг/с;

• сельскохозяйственные предприятия с урожайностью 6,0 т/га и более, в которых экономически целесообразно применение зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью свыше 12 кг/с.

Результаты группировки сельскохозяйственных организаций представлены в табл. 3.

Таблица 3

Группировка сельскохозяйственных организаций по площадям уборки зерновых и зернобобовых культур и валовому намолоту зерна в зависимости от его урожайности в регионах Республики Беларусь

Область	Группировка сельскохозяйственных организаций по площадям уборки зерновых и зернобобовых культур и намолоту зерна в зависимости от его урожайности						Всего	
	урожайность до 4,0 т/га		урожайность 4,0-5,9 т/га		урожайность свыше 6,0 т/га			
	площадь уборки, га	намолот зерна, т	площадь уборки, га	намолот зерна, т	площадь уборки, га	намолот зерна, т	площадь уборки, га	намолот зерна, т
Брестская	188 925	752382,36	224 086	896838,13	-	-	413 011	1649220,5
Витебская	303 246	679570,9	-	-	-	-	303 246	679570,9
Гомельская	373 870	782530,9	-	-	-	-	373 870	782530,9
Гродненская	156 318	551816,99	127 068	669418,5	82 388	390672,8	365 774	1611908,3
Минская	261 725	841610,7	181 234	835177,7	59 757	346363,1	502 716	2023151,5
Могилёвская	358 080	882517,2	-	-	-	-	358 080	882517,2
Итого по республике	1 642 164	4490429,1	532 388	2401434,4	142 145	737035,9	2 316 697	7628899,4

Анализ результатов группировки сельскохозяйственных организаций свидетельствует о значительной вариации показателей сезонного намолата зерна в зависимости от его урожайности в различных регионах республики. Так, например, при урожайности зерна до 4,0 т/га в сельскохозяйственных организациях Брестской области сезонный намолот составляет 752382,36 т (17% общего намолата зерна), Витебской - 679570,93 т (15%), Гомельской - 782530,95 т (17%), Гродненской - 551816,99 т (12%), Минской - 841610,69 т (19%), Могилёвской - 882517,20 т (20%). Результаты группировки хозяйств в значительной степени повлияют на формирование структуры парка зерноуборочных комбайнов на перспективу.

Прогнозируемая потребность в зерноуборочных комбайнах для каждого класса их пропускной способности выполнена с учётом планируемых площадей уборки и намолата зерна в пиковый период, требуемых агротехнических сроков (12 дней), продолжительности рабочей смены (10 часов), выработки комбайнов за смену и коэффициента технической их готовности – не более 0,85.

Результаты прогнозирования потребности в зерноуборочных комбайнах представлены в табл. 4.

Таблица 4

Прогнозируемая потребность в зерноуборочных комбайнах различного класса пропускной способности для сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь на 2026-2030 гг.

Область	Класс пропускной способности, кс/с	Диапазон урожайности, т/га	Прогнозируемая площадь уборки зерна, га	Прогнозируемые агросроки уборки зерна, дней	Выработка комбайнов за смену (10 ч), га	Расчетная потребность в комбайнах, ед.
Брестская	10-12 свыше 12	До 4,5 свыше 4,5	253 420 159 591	12 12	19,5 35,6	1084 374
Витебская	10-12 свыше 12	До 2,5 свыше 2,5	199 966 103 280	12 12	14,9 22,8	1122 378
Гомельская	10-12 свыше 12	До 2,1 свыше 2,1	217 373 156 497	12 12	15,4 33,6	1180 388
Гродненская	10-12 свыше 12	До 5,5 свыше 5,5	246 411 119 363	12 12	20,1 27,5	1024 362
Минская	10-12 свыше 12	До 4,6 свыше 4,6	377 939 146 291	12 12	19,5 26,3	1617 463
Могилёвская	10-12 свыше 12	До 2,5 свыше 2,5	195 810 162 270	12 12	18,7 40,4	873 335
Итого по республике	10-12 свыше 12	-	2 316 700	-	-	6900 2300

Установлено, что для обеспечения уборки зерновых культур в агротехнические сроки на период до 2030 года ежегодная потребность в зерноуборочных комбайнах должна быть не менее 9200 ед., в том числе в Брестской области – 1458 ед., Витебской – 1500 ед., Гомельской – 1568 ед., Гродненской – 1386 ед., Минской – 2080 ед., Могилёвской – 1208 ед. При этом средняя нагрузка уборочной площади на комбайн в пиковый период уборки не превысит 250 га. Структура и состав прогнозируемого парка машин представлены в табл. 5.

Таблица 5

Состав и структура прогнозируемого парка зерноуборочных комбайнов по их пропускной способности для сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь

Область	Класс пропускной способности, кг/с	Применяемый парк комбайнов		Прогнозируемый парк комбайнов	
		наличие, ед.	в структуре парка, %	наличие, ед.	в структуре парка, %
Брестская	до 10;	126	9,3	-	-
	10-12;	1098	80,8	1084	74,3
	свыше 12	134	9,9	374	25,7
Витебская	до 10;	91	8,8	-	-
	10-12;	868	83,9	1122	74,8
	свыше 12	75	7,3	378	25,2
Гомельская	до 10;	129	13,1	-	-
	10-12;	840	85,0	1180	75,2
	свыше 12	19	1,9	388	24,8
Гродненская	до 10;	71	6,0	-	-
	10-12;	724	61,1	1024	73,9
	свыше 12	390	32,9	362	26,1
Минская	до 10;	49	3,1	-	-
	10-12;	1188	74,3	1617	77,7
	свыше 12	362	22,6	463	22,3
Могилёвская	до 10;	20	1,9	-	-
	10-12;	922	89,5	873	72,3
	свыше 12	88	8,6	335	27,7
Итого по республике	до 10;	486	6,8	-	-
	10-12;	5641	78,4	6900	75
	свыше 12	1068	14,8	2300	25

Заключение. В результате исследований установлено, что для обеспечения уборки зерновых культур в требуемые агротехнические сроки на период до 2030 года в сельскохозяйственных организациях потребуется использование не менее 9200 ед. зерноуборочных комбайнов. При этом зерноуборочные комбайны с пропускной способностью 10-12 кг/с (КЗС-10К, КЗС-1218) должны составлять не менее 75% от общей структуры парка комбайнов (в 6900 ед.), свыше 12 кг/с (КЗС-1624, КЗС-2124, КЗС-3219) - 25% (2300 ед.). Это позволит сократить сроки проведения уборочных работ, повысить качество уборки и снизить нагрузку уборочных площадей на комбайн в наиболее напряженный период.

Список литературы

1. Бакач Н.Г., Володкевич В.И., Шах А.В. Оценка эффективности применения перспективных моделей зерноуборочных комбайнов в различных условиях сельскохозяйственных организаций // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе-сегодня и завтра: сб. науч. ст. 8-ой междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Гомель, 2024. - С. 185-188.

<https://doi.org/10.26898/2026-307>
УДК 621.432/004.932

АНАЛИЗ ХРОМАТОГРАММ МОТОРНОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА «СВЕТАЯЩИЕСЯ ГРАНИЦЫ» ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА IMAGEJ

**Корнеева В.К., канд. техн. наук, доцент,
Капцевич В.М., д-р техн. наук, проф.**

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: lerakor1974@mail.ru

Аннотация. Предложен новый метод визуализации и анализа хроматограмм моторных масел, позволяющий наглядно отслеживать динамику их старения в процессе эксплуатации. Метод основан на компьютерной обработке цифровых изображений хроматограмм с использованием специально разработанного алгоритма усиления границ («свечение границ») в программной среде ImageJ. На примере четырех образцов масла с наработкой от 0 до 250 ч показано, как предложенный метод преобразует традиционные масляные пятна в четкие светящиеся контуры, эволюция которых однозначно коррелирует с основными процессами деградации масла: окислением, истощением присадок и накоплением продуктов износа. Метод отличается простотой, наглядностью и применим для оперативного контроля состояния смазочных материалов в условиях лабораторий и сервисных предприятий.

Ключевые слова: моторное масло, старение, продукты износа, окисление, хроматограмма, диагностика, обработка изображений, ImageJ

Контроль состояния моторного масла является ключевым элементом предиктивного обслуживания двигателей. Традиционные методы анализа (спектрометрия, определение щелочного и кислотного чисел) требуют дорогостоящего оборудования и высокой квалификации оператора. Метод «капельной пробы» предлагает простую и дешевую альтернативу для качественной оценки состава масла [1, 2]. Однако визуальная интерпретация хроматограмм часто субъективна и затруднена из-за слабой контрастности и размытости пятен.

Целью данной работы была разработка и апробация алгоритма компьютерной обработки изображений хроматограмм, повышающего информативность и объективность оценки степени старения моторных масел.

В качестве объекта исследования выбраны цифровые изображения хроматограмм моторного масла Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 0, 33, 88 и 250 ч (рис. 1).

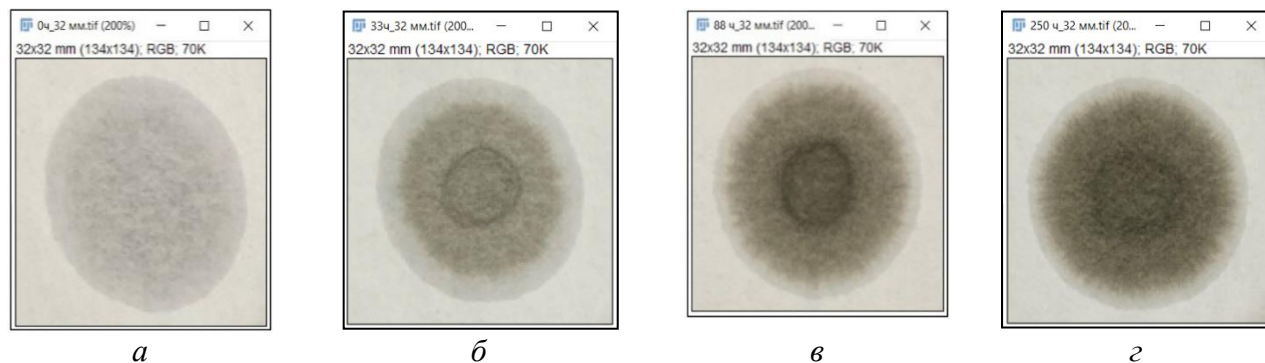


Рис. 1. Цифровые изображения хроматограмм моторного масла Лукойл Авангард 10W40 с наработкой:
а – 0 ч; б – 33 ч; в – 88 ч; з – 250 ч

Для повышения информативности и объективности оценки степени старения моторных масел нами предложен метод «Glowing Borders» («светящиеся границы»), реализуемый с использованием программы ImageJ [3]. Этот метод позволяет визуализировать границы зон масляного пятна (ядро, диффузионная зона, зона чистого масла и топлива) в виде «светящихся» контуров, представляемых в цветовой гамме с радужными градиентами (от синего и зеленого к красному и желтому), что подчеркивает текстурные особенности и неоднородности.

Для реализации предложенного метода полученные цифровые изображения обрабатывали в программе ImageJ по следующему алгоритму: применение фильтра Gaussian Blur (Sigma Radius = 1) для выравнивания яркости изображения; применение инструмента Find Edges (оператор Собеля) для выделения границ зон масляного пятна; инвертирование изображения (Edit → Invert) для получения темных границ на белом фоне; повышение контрастности для усиления эффекта свечения (Adjust → Brightness/Contrast).

Последовательность операций предложенного алгоритма на примере масла Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 88 ч (рис. 1, в) показана на рис. 2.

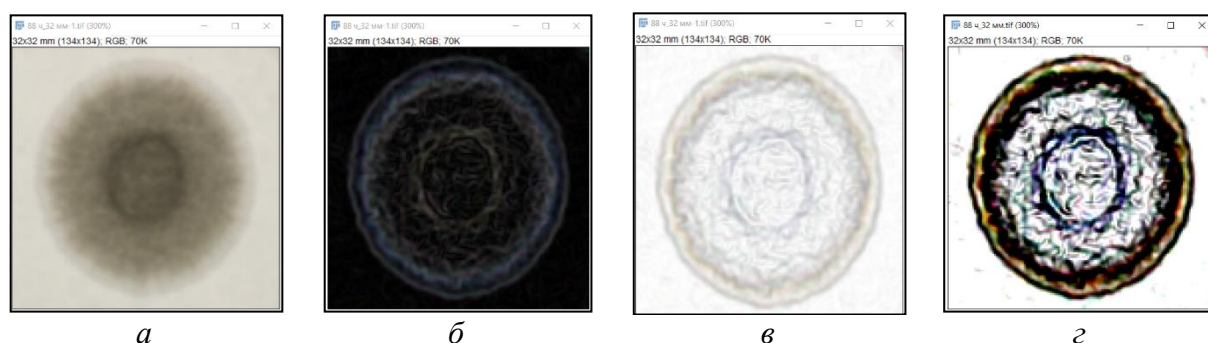


Рис. 2. Последовательность операций предложенного алгоритма: а – применение фильтра Gaussian Blur; б – применение инструмента Find Edges; в – инвертирование изображения; з – повышение контрастности

Обработанные по предложенному алгоритму изображения моторных масел с различной наработкой представлены на рис. 3.

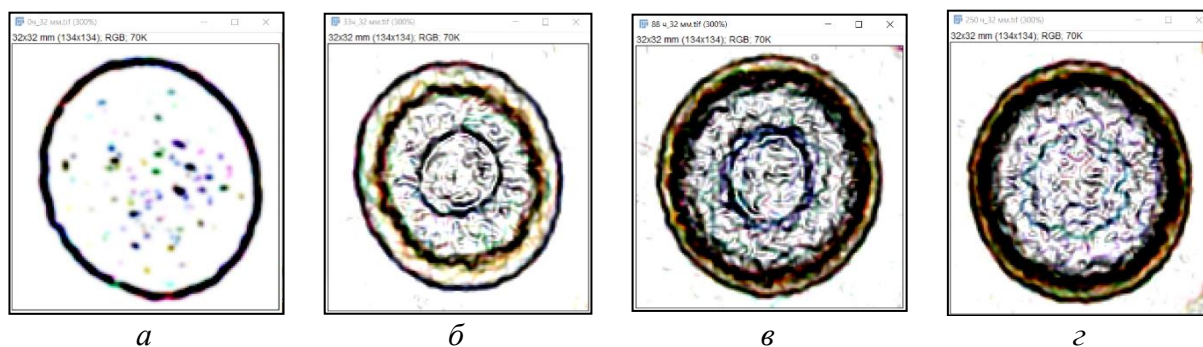


Рис. 3. Цифровые изображения с выделенными границами на хроматограммах моторного масла с наработкой:
а – 0 ч; б – 33 ч; в – 88 ч; г – 250 ч

Анализ полученных цифровых изображений хроматограмм с выделенными границами показывает эволюцию состояния моторного масла с увеличением наработки. Так, для свежего масла (0 ч) пятно выглядит равномерным и диспергированным, с рассеянными мелкими частицами (цветные точки, возможно, от присадок). Нет четких колец или зон разделения – масло хорошо распространяется, указывая на отличные диспергирующие свойства. Зона ядра отсутствует, загрязнения не наблюдаются, что характерно для свежего масла.

На хроматограмме моторного масла с наработкой 33 ч появляется тонкое внешнее кольцо со «светящимися» границами. Зона ядра слегка темнеет, а диффузная зона остается относительно чистой, что указывает на начало деградации: снижение диспергирующих свойств, миграцию нерастворимых частиц (сажа, продукты окисления) к периферии. Возможны ранние признаки окисления или разбавления топлива, но без критических проблем.

При наработке 88 ч на хроматограмме внешнее кольцо утолщается, становится более текстурированным, в нем присутствуют спиралевидные или слоистые фрагменты. Зона ядра становится плотнее и темнее, с видимой агрегацией загрязнителей. Диффузная зона сужается, а ее границы приобретают сложную структуру. Изображение отражает прогрессирующую деградацию: накопление сажи, продуктов окисления и металлических частиц, потерю вязкости и дисперсантов. Масло все еще функционально, но его состояние приближается к предельному.

На хроматограмме моторного масла с наработкой 250 ч внешнее кольцо максимально толстое, хаотичное и многослойное, с переплетающимися линиями. Зона ядра сильно уплотнена, занимает значительную часть пятна, а диффузная зона минимальна или отсутствует. Границы «светятся» интенсивно, указывая на сильную агрегацию частиц. Изображение показывает типичный признак значительной деградации масла: высокое содержание сажи, окисление, возможное присутствие воды или топлива. Масло теряет смазывающие свойства, что может привести к повышенному износу двигателя, нагарообразованию и необходимости замены.

В целом с ростом наработки моторное масло деградирует: диспергирующие присадки истощаются, загрязнители (сажа, продукты окисления, металлические частицы) скапливаются в зоне ядра и формируют толстые внешние кольца. Это приводит к ухудшению текучести, увеличению вязкости и снижению защитных функций.

В заключение, разработанный метод «светящиеся границы» на базе программного комплекса ImageJ представляет собой эффективный инструмент для визуализации и анализа хроматограмм моторных масел, обеспечивая объективную оценку динамики их деградации в процессе эксплуатации. На примере моторного масла Лукойл Авангард 10W40 с наработкой от 0 до 250 ч продемонстрировано, что эволюция обработанных изображений – от равномерной дисперсии в свежем масле к утолщению и усложнению границ в отработанном – напрямую коррелирует с ключевыми процессами старения: окислением,

истощением присадок и накоплением продуктов износа. Метод характеризуется простотой реализации, низкой стоимостью и высокой воспроизводимостью, что делает его применимым для оперативного контроля в лабораторных и сервисных условиях. Перспективы развития включают автоматизацию анализа с использованием алгоритмов машинного обучения для количественной оценки параметров (например, толщины колец и площади зон), а также интеграцию с другими диагностическими методами для повышения точности предиктивного обслуживания двигателей.

Список литературы

1. Капцевич В.М. и др. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса. – Минск: БГАТУ, 2023. – 120 с.
2. Standard Test Method for Measuring the Merit of Dispersancy of In-Service Engine Oils with Blotter Spot Method: ASTM D7899-19. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019. – 7 p.
3. Ferreira T., Rasband W. ImageJ user guide /Fiji 1.46. – 2012. – 198 p.

<https://doi.org/10.26898/2026-308>
УДК 631.171

МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА – ВАЖНЫЙ ФАКТОР В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ГОЛОДА В АПК НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Корниенко И.О., с.н.с., зав. лабораторией

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: sibime@sfsca.ru

Аннотация. Рассмотрены в динамике итоги реализации концепции машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области за 10 лет (2016-2025 гг.), наличие и приобретение сельскохозяйственной техники с опциями цифровых технологий. Определены основные проблемы поступательного и устойчивого развития сельскохозяйственного производства и пути их решения.

Ключевые слова: модернизация, техника, тракторы, зерноуборочные комбайны, хозяйства, технологии, сельскохозяйственная продукция, сельскохозяйственная техника, кадры, цифровизация, автоматизация, интенсификация, роботизация

Мониторинг десяти лет реализации Концепции программы машинно-технологической модернизации агропромышленного комплекса Новосибирской области на период до 2025 года, разработанной СибИМЭ СФНЦА РАН, показывает, что с 2016 по 2025 год по основным показателям были достигнуты запланированные показатели реализации ресурсного потенциала сельского хозяйства области. Производительность труда увеличилась в 4,2 раза, возросла продуктивность полей и ферм. Шесть районов (Колыванский, Краснозёрский, Новосибирский, Коченёвский, Ордынский, Убинский) имеют урожайность зерновых и зернобобовых культур от 30,4 до 36,0 ц/га, 11 хозяйств - выше 50 ц/га, в 12 хозяйствах продуктивность молочных коров в 2024 году составила от 9 до 14 тыс. кг за год. Идёт модернизация технологических процессов и технических средств. По интенсивным и нормальным технологиям уже работают более 25% хозяйств, Парк тракторов с опциями

цифровых технологий с 2016 года по настоящее время увеличился в 6,5 раз и составляет 1740 единиц, или 24% к общему наличию, зерноуборочных комбайнов увеличился в 3,7 раза - 940 единиц, или 39% к общему количеству, посевных комплексов соответственно в 5,4 раза, 610 единиц, 68%, опрыскивателей – в 8,8 раза, 440 единиц, 54%. Осваиваются элементы цифровых технологий с использованием спутниковой навигации при определении границ полей, телеметрии технологических процессов, составлении накопительного архива полевых работ, контроле выдачи и расхода ГСМ, работы электронной весовой и локальных метеостанций, БПЛА для оценки состояния посевов с использованием дистанционного зондирования (аэроспутниковая фотосъёмка) и др. В ряде хозяйств используется дифференцированное внесение минеральных удобрений, опрыскивание посевов, дифференцированная обработка почвы, высева семян. Цифровые платформы животноводства внедрены в 16 хозяйствах, в 30 хозяйствах создана электронная база данных производственного процесса с идентификацией и мониторингом отдельных особей животных с использованием современных технологий (рацион кормления, удой, привес, температура тела, активность, удовлетворение их индивидуальных потребностей). Освоены ФГИС: качества молока «Меркурий», «Зерно» и др.

Вместе с этим последние три года в результате нерациональных и в большинстве своём научно не обоснованных действий федеральных органов власти экономика сельского хозяйства оказалась в кризисном состоянии. Сокращаются посевные площади основных продовольственных культур (зерновых и зернобобовых, картофеля, овощей открытого грунта, кроме технических культур, площади которых увеличились более чем в 2 раза - посеяно в 2025 году 510,2 тыс. га), поголовье крупного рогатого скота, коров, свиней, овец, лошадей и птицы и естественно уменьшились объёмы производства продукции сельского хозяйства: зерна, мяса, яиц (показатели указаны в мониторинге).

Рентабельность производства зерна в 2023 году составила минус 3,1%, в 2024 году – минус 8,3%, в 2025 году прогнозно будет в минусе больше 12%, снижается рентабельность животноводческой продукции. Доля убыточных сельскохозяйственных организаций увеличилась более чем в 2 раза и составила в 2024 году 33% от общего количества (382). Значительная часть мелких и средних хозяйств по этой причине самоликвидировались.

За 3 года (2022-2024 гг.) ликвидировано молочное животноводство в 95 хозяйствах (13,2%), производство зерна в 129 хозяйствах (11%). Хозяйства сократили объёмы финансирования на: приобретение технических средств в 1,7 раза (сравнение 2023-2025 годы с 2020-2022 годами), при этом приобретено в 2,2 раза меньше техники в количественном выражении, при общем удорожании единицы приобретённой машины на 30%; энерговооружённость хозяйств дошла до 141 л.с./ га, что более чем в 2 раз ниже научно обоснованного норматива (300 л.с.); приобретение средств химизации и семян высоких репродукций. В основном свободные и заёмные средства направляются на приобретение ГСМ которые ежегодно растут в цене на 15-20%, на запасные части, которые становятся по стоимости «золотыми», а главное на достойную заработную плату, которую необходимо выплачивать во время иначе кадры массовых профессий и специалисты просто уволятся, будут сидеть дома или перейдут в агрохолдинги. Темпы модернизации сельскохозяйственного производства значительно отстают от отрицательной динамики сокращения кадров массовых профессий и специалистов всех отраслей АПК.

В таких условиях обозначились основные проблемы поступательного и устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

Проблема № 1. Дефицит кадров массовых профессий (механизаторов, операторов животноводства и переработки), специалистов, особенно IT-специалистов в сельскохозяйственном производстве, науке, образовании, сельхозмашиностроении, переработке сельскохозяйственной продукции.

Анализ кадрового обеспечения отрасли АПК Новосибирской области

Категории персонала	Численность за 2019 г.				Численность за 2023 г.				Сокращ. численности 2023 г. к 2019 г.
	Факт	До 30 лет	Ср. групп	Ст. 55-ж 60-м	Факт	До 30 лет	Ср. групп	Ст. 55-ж 60-м	
Всего работающих	29 116	2963	20 187	1777	25 391	2500	17 472	2730	-3725
Руководители	397	20	267	92	399	13	279	107	+2
Главные специалисты	1254	52	861	124	958	38	778	142	-296
Специалисты	2495	297	1972	226	2523	271	1968	284	+28
Кадры массовых профессий	21 016	2594	17 087	1335	18 785	2178	14 410	2197	-2231

Анализ кадрового обеспечения показывает, что старение персонала, урбанизация, демографические проблемы, СВО усиливают кадровый голод на производстве. Демографическая проблема свершившийся факт с которым в ближайшие 20 лет ничего не сделать. Сейчас хозяйства, чтобы восполнить дефицит рабочих и специалистов привлекают мигрантов. К нам приезжают в основном из Средней Азии низко- и среднеквалифицированные кадры. Является ли такая практика правильной – трудно сказать, вопрос открытый.

Часть таких кадров проще заменить техническими средствами с опциями цифровизации, автоматизации и роботизации производства.

Есть определённая опасность, что в недалёкой перспективе мигрантов из Средней Азии будет привлекать Китай.

Качественный состав специалистов сельскохозяйственных организаций показывает их невысокую подготовленность к новым инновационным процессам на селе. Главных специалистов с высшим образованием в хозяйствах области 64,7%, в том числе главных инженеров 48,3%, главных агрономов, бухгалтеров, экономистов не превышает 65%. Существующая система подготовки, переподготовки и закрепления кадров массовых профессий, специалистов и руководителей всех уровней не эффективна и не имеет положительных тенденций. Последние три года уровень трудоустройства выпускников ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ в сельхозорганизациях области находится в пределах 6%.

В ближайшей перспективе рассчитывать на увеличение численности и повышение качества знаний и опыта у выше обозначенной категории работников нереально. В перспективе эта проблема должна решаться путём цифровизации, машинной индустриализации, компьютеризации и роботизации, беспилотной эксплуатации технических средств производства.

Но это не значит, что проблема кадрового голода в настоящее время не решаема. На наш взгляд, необходимо принять соответствующие меры по следующим направлениям:

1. Расширения парка технических средств с опциями цифровизации, автоматизации и роботизации производства – реальная возможность появляется при достаточном наличии инвестиций и государственной поддержке, что эффективно используется передовыми хозяйствами области.

2. Увеличение мощности мобильной техники, ширины захвата, рабочих скоростей.

3. Передача технических и технологических сервисных услуг специализированным службам, рабочим группам IT-специалистам.

4. Создание хороших социально-бытовых условий и достойной оплаты труда, для специалистов возможностей карьерного роста, престижности профессии.

На региональном уровне в рамках Государственной программы Новосибирской области «Комплексное развитие сельских территорий в Новосибирской области» по

мероприятию «Подготовка квалифицированных кадров для сельскохозяйственных товаропроизводителей, осуществляющих деятельность на сельских территориях» министерством оказывается государственная поддержка по возмещению до 90% фактически понесённых в году предоставления субсидий затрат сельскохозяйственным товаропроизводителям, на реализацию мероприятий, направленных на оказание содействия в обеспечении квалифицированными работниками в Новосибирской области.

Всё это полумеры. В практической плоскости необходимо срочно организовать биржу технических, технологических, сервисных услуг и обеспечения производства кадрами массовых профессий и специалистов.

Проблема № 2. Неустойчивая рентабельность производимой продукции и отраслей в целом. Решение проблемы очевидно:

1. Установление Правительством РФ нижнего потолка объёмов реализации продукции и закупочных цен. Планирование производства сельскохозяйственной продукции.

2. Ограничение федерального беспредела в регулировании деятельности АПК России, осторожно вводить в действие ФГИСы, не превращать фермера (технолога производства) в бухгалтера под следствием с постоянной опасностью перед массой проверяющих и проблемой что не продаст произведённую продукцию по приемлемым ценам.

3. Прозрачность формирования цен на МТР у производителей и поставщиков (государственное регулирование для сельского хозяйства РФ).

4. Сокращение количества посредников поставщиков МТР и реализации продукции.

5. Снижение удельных затрат производства сельскохозяйственной продукции.

6. Машинно-технологическая модернизация АПК, интенсификация производства, повышение производительности труда.

7. Государственное финансирование общепромышленных проблемных направлений (Цифровой платформы сельского хозяйства).

Цифровизация – сложный технологический уровень. Это системы, которые позволяют замещать человека на простейших участках, работать быстрее, точнее, а также принимать оптимальные решения в сложных ситуациях без привлечения человека (подход к искусственному интеллекту).

Цифровизировать одну технологическую операцию или часть технологии не рационально. Цифровизация охватывает всю отрасль сельского хозяйства.

Очевидно, что процесс цифровизации сельского хозяйства потребует цифровизации всей экономики, а это уже полномасштабные изменения во всех отраслях сельского хозяйства, что в рыночных условиях не возможно.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 года № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической программы развития сельского хозяйства» с продолжением его действия до 2030 года.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы»
3. Корниенко И.О. Мониторинг ресурсного потенциала составляющих роста эффективности сельскохозяйственного производства, роста производительности труда, социального благополучия в АПК Новосибирской области. – Новосибирск, 2025. – 15 с.
4. Распоряжение Правительства РФ от 29.12.2021 № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года».

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОГНЕВОЙ КУЛЬТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФфуЗИОННОЙ ГОРЕЛКИ

Левадний З.А., студент,
Рыжаков Н.В., студент

Научный руководитель – Яковлев Д.А., канд. техн. наук, доцент
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: levadniyzzz@gmail.com

Аннотация. В статье представлена конструкция мобильного устройства для огневой культивации на базе диффузионной газовой горелки, описана методика проведения полевого эксперимента на посадках земляники садовой и приведены результаты оценки эффективности. Установлено, что однократная обработка снижает засорённость в среднем на 94,43 % без видимого ущерба культурным растениям. Предложенное устройство рекомендуется для применения в личных подсобных и фермерских хозяйствах.

Ключевые слова: огневая культивация, диффузионная горелка, сорная растительность, мобильное устройство, земляника садовая, экологически безопасные технологии защиты растений

Введение. Борьба с сорной растительностью остаётся одной из наиболее трудоёмких и дорогостоящих операций в растениеводстве. Общеизвестно, что наличие на полях сорных растений приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению затрат механизированного и ручного труда на их прополку [1]. Сорняки конкурируют с культурными растениями за элементы питания, влагу и свет, что приводит к снижению урожайности на 20-50% и более.

Традиционные методы борьбы с сорной растительностью, такие как механическая и гербицидная обработки имеют существенные недостатки: высокая энергоёмкость, развитие резистентности сорняков к химическим препаратам, загрязнение почвы и получаемой продукции, хотя и демонстрируют существенную эффективность в борьбе с сорной растительностью. Сообщается, что средняя эффективность удаления сорняков механическим методом составляет около 80%, что обусловлено снижением как плотности сорняков, так и их биомассы [2]. В свою очередь гербицидная обработка в среднем показывает 80 и 100%-ную эффективность борьбы с сорняками после 17 и 25 дней обработки, соответственно [3].

Огневая культивация является перспективной альтернативой традиционным методам, ввиду своей экологичности, сравнительно низких экономических затрат, и низкой требовательности к машинам для её реализации.

Цель исследования – провести производственную проверку мобильного устройства на базе диффузионной пропановой горелки, оценить эффективность уничтожения сорной растительности устройством.

Задачи исследования:

1. Разработать мобильное устройство для огневой культивации с использованием диффузионной горелки.
2. Произвести производственную проверку мобильного устройства для огневой культивации с использованием диффузионной горелки.

Материалы и методы. Горелка диффузионного типа (рис. 1) была спроектирована в среде Autodesk Fusion 360 и изготовлена из стальной полосы марки 10, толщиной 3 мм.

Сечение горелки – 30x100 мм, высота стенки - 40 мм. Пропан подаётся в горелку через пневматический штуцер-ёлочку диаметром 6 мм. Диапазон рабочего давления газа составляет 0,1-0,5 МПа, что позволяет достигать длины факела пламени до 50 см.

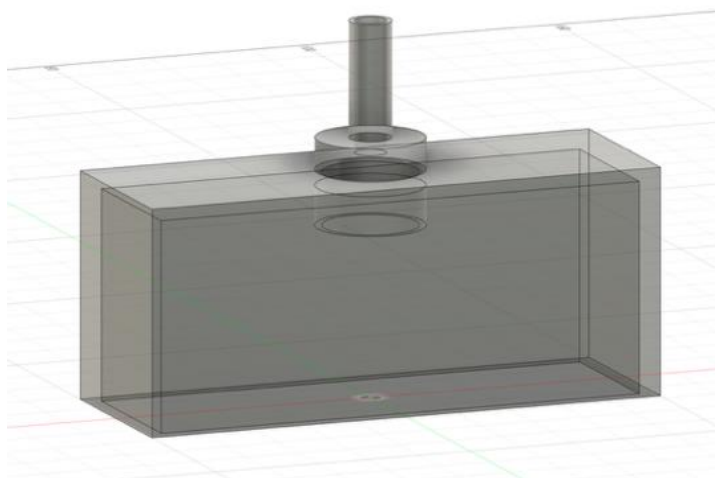


Рис 1. 3d-модель горелки, разработанная в Autodesk Fusion 360

Мобильная тележка (рис. 2) выполнена из стального уголка марки 10 толщиной 3 мм, смоделирована в Blender 3D. Конструкция позволяет регулировать высоту горелки над почвой от 10 до 60 см и обеспечивать перемещение в междурядьях шириной от 30 см.



Рис. 2. Тележка для перемещения горелки

Полная установка (рис. 3) включает в себя: пропановый баллон 5 л; редуктор БПО-5-мини; рукав высокого давления диаметром 6 мм; диффузионную горелку с пневматическим штуцером. Общая масса установки не превышает 28 кг, благодаря чему её можно перемещать вручную.



Рис. 3. Установка в сборе

Опыт проведён в трёхкратной повторности в октябре 2025 г. на участке УОХ «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ (Новосибирск) на посадках земляники садовой. Площадь каждой из четырех делянок (3 повторности, контроль) - 12,5 м², контроль – без обработки. Доминирующие сорняки: ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), ромашка непахучая (*Tripleurospermum inodorum*), подорожник большой (*Plantago major* L.), осот розовый (*Cirsium arvense*). Исходная засорённость - 2 балла – была определена по глазомерно-численному методу А.И. Мальцева.



Рис. 4. Исходная засоренность посадки

Обработка проводилась сплошным методом, высота среза горелки над почвой составляла 10 см, скорость движения 2 км/ч, рабочее давление газа в горелке 0,25 МПа (рис. 5, 6).



Рис. 5. Установка высоты обработки



Рис. 6. Процесс обработки

Результаты и обсуждение. Во время проведения опыта и учета засоренности видимого ущерба листьям и точкам роста земляники не обнаружено. Учёт засорённости проводили до обработки и через 7, 14, 21 суток путём прямого подсчёта числа живых сорняков на 1м² в 10 точках делянки (рис. 7-9).



Рис. 7. Сорняки сразу после обработки



Рис. 8. Делянка через 7 суток после обработки



Рис. 9. Делянка через 21 день после обработки

Динамика засорённости, шт./м² (n = 3)

Повторность	До обработки	Через 7 сут	Через 14 сут	Через 21 сут	Снижение, %
1	18	2	1	0	95
2	15	1	1	0	95
3	20	2	1	1	93,3
Среднее	17,6	1,66	1	0,33	94,43

Расходные показатели (на делянку 12,5 м² ≈ 25 м длины междурядья):

- время обработки междурядья - 45 с;
- расход сжиженного пропана на обработку делянки - 16 г;
- стоимость обработки (по цене пропана 27руб./кг на октябрь 2025 г.) - 0,432 руб./12,5 м²; 345,6 руб./га.

По сравнению с гербицидной обработкой огневой метод не оставляет остаточных количеств пестицидов, эффективен против резистентных биотипов и может применяться в любой фазе развития сорняков. Основные ограничения - зависимость от погодных условий (ветер > 5 м/с, снижение эффективности обработки при высокой влажности растений).

Заключение. Разработанное мобильное устройство на базе диффузионной горелки обеспечивает снижение засорённости в среднем на 94,5 % при минимальных затратах и отсутствии химического загрязнения. Внедрение огневой культивации способно снизить пестицидную нагрузку, оказываемую на вовлеченные в сельскохозяйственное производство поля и прилегающие к ним территории [4], а также снизить затраты на механическую обработку почвы. Технология перспективна для ЛПХ, фермерских хозяйств и органического земледелия. В дальнейшем планируется оптимизация конструкции горелки для повышения температуры и стабильности пламени, а также испытания на других культурах.

Список литературы

1. Левадный З.А., Яковлев Д.А. Перспективы применения огневой культивации при уничтожении сорной растительности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55. – № 4. – С. 103-110.
2. Evans K. Wiafe, Kelvin Betitame, Billy G. Ram, Xin Sun, Technical study on the efficiency and models of weed control methods using unmanned ground vehicles: a review // Artificial Intelligence in Agriculture. – 2025. – Vol. 15. – Iss. 4. – P. 622-641.
3. Das Samriddha, Upadhyay Arjun, Sun Xin, Technology-driven approaches to intelligent mechanical weed control: a systematic review for sustainable weed management // Frontiers in Plant Science. - 2025. - Vol. 16.
4. Левадный З.А., Яковлев Д.А. Обоснование технических средств для реализации технологии огневого уничтожения сорняков // Состояние и инновации технического сервиса конструкций, машин и оборудования: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Инженерного института, Новосибирск, 13–15 нояб. 2024 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2024. – С. 45-47.

<https://doi.org/10.26898/2026-310>

УДК 631.816.352

РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Назаров Н.Н., д-р техн. наук,

Некрасова И.В., с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: nazarovnn@sfscs.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния параметров гидромеханического распылителя лепесткового типа с пневматическим приводом на равномерность распределения жидких минеральных удобрений при их поверхностном внесении. Установлено, что неравномерность их распределения по обрабатываемой поверхности, выраженная коэффициентом вариации, составляет не более 8 % при следующих параметрах распылителя: число оборотов диска в единицу времени $n = 1700$; шаг расстановки распылителей на штанге $B = 0,5; 0,7; 0,9$ м; давление в системе $P = 0,02; 0,03; 0,04$ МПа; диаметр отверстия распылителя 1,5; 2,5; 3,5 мм. Установлено, что максимальное влияние на качественный показатель, оцениваемый равномерностью распределения рабочей

жидкости по подстилающей поверхности, оказывает диаметр распылителя и давление в системе, при этом значения этих факторов находятся на минимальном уровне.

Ключевые слова: жидкие минеральные удобрения, распределение, неравномерность, шаг расстановки, диаметр отверстия распылителя

Для получения высоких урожаев зерновых культур необходимо создать и выдерживать соответствующие условия жизни растений, которые позволяют обеспечить на оптимальном уровне все процессы в растительном организме и, в первую очередь, поддержание требуемого объёма минерального питания на основе применения жидких минеральных удобрений (ЖМУ).

К настоящему времени сложилось несколько основных способов внесения жидких минеральных удобрений в почву: подача в почву в виде струи под давлением; подача капельно-воздушной смеси в почву под давлением; многослойное внесение ЖМУ, в том числе с выхлопными газами; внесение в виде подкормки вегетирующим растениям; поверхностное внесение с последующей заделкой; внесение ЖМУ в потоке с семенами; внесение ЖМУ с поливной водой и т.д. В представленном материале рассматриваются вопросы поверхностного способа внесения жидких минеральных удобрений.

Предварительными исследованиями установлено, что *механическое распыление жидкостей* наиболее простой в конструктивном отношении и наименее энергоемкий *способ диспергирования* [1]. Поэтому для проведения исследований к реализации принят гидромеханический распылитель лепесткового типа с пневматическим приводом (рис. 1).

При этом определены основные факторы, оказывающие влияние на равномерность осажденного препарата:

D – диаметр отверстия распылителя, мм;

P – давление в системе, МПа;

B – шаг расстановки распылителей на штанге, м;

n – число оборотов диска в единицу времени, мин^{-1} .



Рис. 1. Распылитель гидромеханический лепесткового типа с пневматическим приводом

Дальнейший анализ использования приведённых факторов позволил установить, что у опрыскивателей для защиты растений с механическими распылителями число оборотов диска в единицу времени колеблется в пределах $n = 4500 \dots 5000$ об/мин. При этом достигается степень дисперсности распыляемой жидкости на уровне $50 \dots 200$ мкм. В достижении подобной дисперсности при поверхностном внесении ЖМУ нет необходимости, поэтому в целях снижения мощности, затрачиваемой на дробление жидкой фракции, будет достаточным число оборотов диска в единицу времени не более – 2000.

Что касается шага расстановки распылителей, то исходя из анализа конструкций подкормщиков ПОМ-630, опрыскивателей «Заря-ОН-600-06Ф», самоходных опрыскивателей «Туман-3», определено значение этого шага – $B = 0,5$ м [2–6]. Поэтому принимаем для дальнейших исследований: число оборотов диска в единицу времени $n = 1700$; шаг

расстановки распылителей на штанге $B = 0,5; 0,7; 0,9$ м; давление в системе $P = 0,02; 0,03; 0,04$ МПа; диаметр отверстия распылителя $1,5; 2,5; 3,5$ мм.

Для оценки качества осаждения распыленного препарата на подстилающую поверхность проведен факторный эксперимент при варьировании указанных факторов на трех уровнях. При планировании эксперимента выбран композиционный, трёхуровневый, симметричный план № 34 [7]. Пределы изменения исследуемых параметров приведены в таблице. В качестве выходного параметра принимается неравномерность распределения рабочей жидкости на подстилающей поверхности, выраженная коэффициентом вариации – $\sqrt{v}, \%$. После реализации плана экспериментов проведена обработка результатов в соответствии с рекомендациями [8, 9] и установлено влияние обозначенных факторов на качественные показатели распределения рабочей жидкости по ширине захвата орудия.

Исследования проводились на специально созданной лабораторной установке (рис. 2).

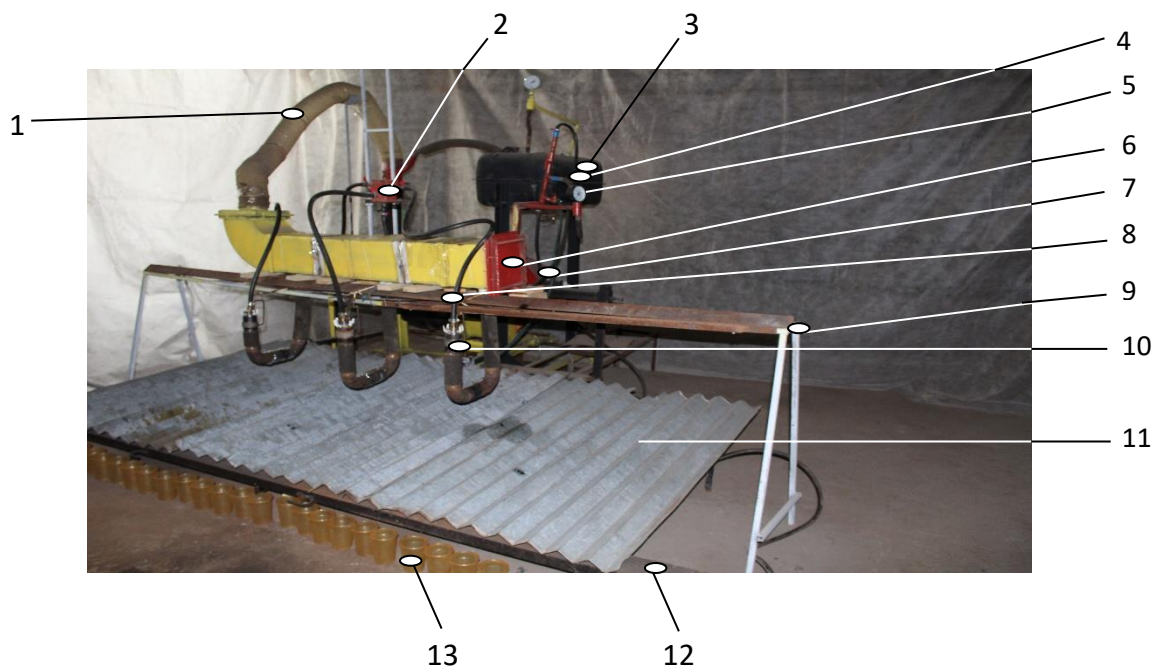


Рис. 2. Лабораторная установка для оценки качества распределения ЖМУ гидромеханическим распылителем лепесткового типа с пневматическим приводом:

1 – центральный воздуховод; 2 – распределитель ЖМУ; 3 – бак для ЖМУ; 4 – запорные вентили; 5 – манометр; 6 – распределитель сжатого воздуха; 7 – вентилятор; 8 – шланг подачи ЖМУ к распылителям; 9 – подставка для распределителя сжатого воздуха; 10 – распылитель гидромеханический лепесткового типа с пневматическим приводом; 11 – подстилаяющая поверхность; 12 – отсечной механизм; 13 – мерные ёмкости

После реализации обозначенного плана экспериментов и обработки его результатов, произведен расчет коэффициентов регрессии с учётом их значимости и получена регрессионная модель процесса распределения диспергированной жидкости по улавливающей поверхности распылителем исследуемого типа

$$Y = 8,39 - 3,94 X_2 - 2,43 X_3^2 - 1,71 X_1 - 2,55 X_2 + 0,81 X_3 + 0,82 X_1 X_2 - 0,59 X_2 X_3,$$

где X_1 – нормированное значение давления жидкости в системе ($X_H = -1$; $X_0 = 0$; $X_B = +1$) (P , МПа – $0,02; 0,03; 0,04$); X_2 – нормированное значение диаметра отверстия распылителя ($X_H = -1$; $X_0 = 0$; $X_B = +1$) (D , мм – $1,5; 2,5; 3,5$); X_3 – нормированное значение шага расстановки распылителей на штанге ($X_H = -1$; $X_0 = 0$; $X_B = +1$) (B , м – $0,5; 0,7; 0,9$).

Анализ регрессионного уравнения, графическая интерпретация которого представлена на рис. 3, позволил установить неоднозначное влияние исследуемых факторов на качество распределения рабочей жидкости по подстилаяющей поверхности.

Установлено, что максимальное влияние на качественный показатель, оцениваемый равномерностью распределения рабочей жидкости по подстилаяющей поверхности,

выраженной коэффициентом вариации, оказывает диаметр распылителя и давление в системе, при этом значения этих факторов находятся на минимальном уровне. Эти факторы максимально коррелированы, поскольку определяют расход рабочей жидкости, поступающей на вращающийся распылитель.

Поскольку значения коэффициентов при X_1 и X_2 отрицательные, то их увеличение приводит к снижению неравномерности распределения рабочей жидкости на подстилающей поверхности.

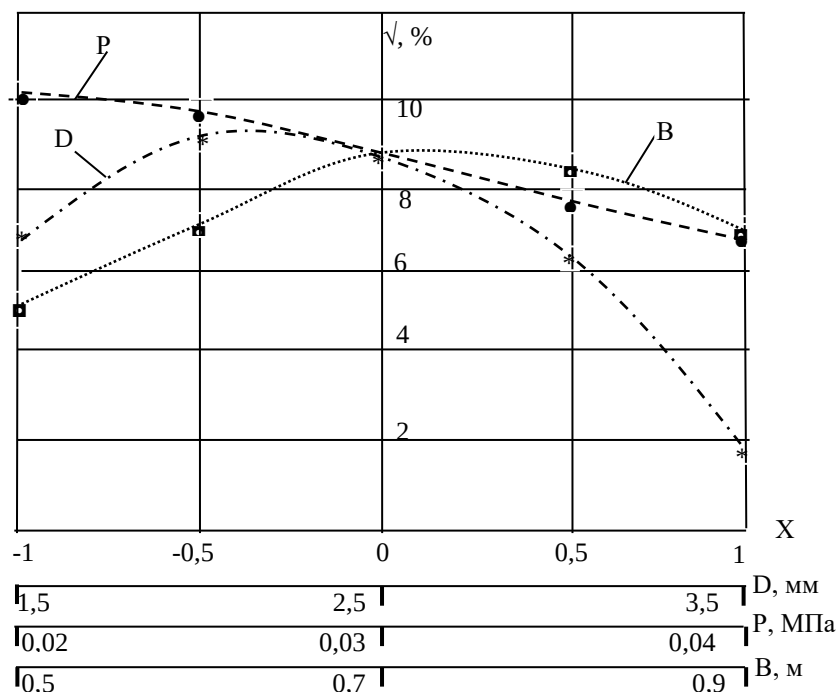


Рис. 3. Графическая интерпретация регрессионного уравнения

Влияние смешанного произведения факторов также оценивается значимостью и знаком коэффициента b_{ij} . Поскольку знак коэффициента при смешанном произведении факторов X_1X_2 положительный, то минимальное значение неравномерности может быть достигнуто, если обозначенные факторы находятся на минимальном уровне. Учитывая, что знак коэффициента при смешанном произведении факторов X_2X_3 имеет отрицательное значение, то минимальное значение неравномерности может быть достигнуто, если обозначенные факторы находятся на максимальном уровне.

По результатам проведённых исследований установлена целесообразность применения для поверхностного внесения жидких минеральных удобрений гидромеханических распылителей лепесткового типа с пневматическим приводом обеспечивающих неравномерность распределения, не превышающую 8%, выраженную коэффициентом вариации.

Список литературы

1. Справочник химика 21. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. – URL: chem21.info/info/1542532/ (дата обращения: 06.01.2025).
2. Вялых В.А. Рекомендации по применению наземного и авиационного опрыскивания при возделывании сельскохозяйственных культур. – Воронеж: Истоки, 2004. – 67 с.

3. Эффективность опрыскивателей с вращающимися распылителями [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sprayer.su/news/rasp-vra> (дата обращения: 16.09.2025).
4. Зарубежный опыт создания и использования моно- и полидисперсных опрыскивателей с вращающимися распылителями [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1671440907&tld=ru&lang=ru&name=spiridonov_p.7 1-140 (дата обращения: 18.04.2025).
5. Опрыскиватель штанговый навесной ОН-600-12-01 [Электронный ресурс]. – URL: <http://rosproteh.ru/shop/opryskivatel-shtangovyj-navesnoj-on-600-12-01/> (дата обращения: 04.05.2025).
6. Корнилов Т.В. Модернизация опрыскивающей техники // Сельскохозяйственные вести. – 2011. – № 3. – С. 33-35.
7. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей: справочное изд. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.
8. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – М.: Колос, 1980. – 168 с.
9. Мостеллер Ф., Тьюки Дж. Анализ данных и регрессия. – М.: Финансы и статистика, 1982. – Вып. 1. – 319 с.; вып. 2. – 239 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-311>
УДК 631.471:631.58:004.65:631.153.3

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬХОЗАГРЕГАТОМ «АГРОТРЕК»

Нечаев А.И.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: netaew@mail.ru

Аннотация. В статье описан программный комплекс оптимального управления штанговым опрыскивателем ПК «АГРОТРЕК», реализующий новый инновационный авторский способ оптимального управления опрыскивателем на поле с объектами-препятствиями (колки, овраги и т.п.) при оптимизации энергоресурсных затрат и экологического вреда (опрыскивания) с использованием спутниковой навигации.

Ключевые слова: опрыскиватели, оптимизация, программы для ЭВМ, спутниковая навигация

ПК «АГРОТРЕК» относится к системе автоматизированного регулирования, в частности, информационно-управляющих систем на базе систем поддержки принятия решений (СППР) и позволяет провести оптимизационные расчеты вариантов управления опрыскивателем до проведения полевых работ с оценкой прогнозируемых потерь и экологического вреда. Выбор рабочего варианта управления (треков движения, файла управления секциями и типа опрыскивателя) осуществляется экспертом (агрономом).

В известных методах управления, в том числе и в методе «параллельного движения» расчет и оптимизация трек и параметров управления секциями опрыскивателя с оценкой прогнозируемых потерь и экологического вреда не производится.

ПК «АГРОТРЕК» реализует способ, изложенный в патентах [1, 2], свидетельство о регистрации программы для ЭВМ [3]. Целью способа является управляемое воздействие на объекты регулирования для достижения заданного результата с максимальной точностью при наличии дестабилизирующих факторов и факторов объективных ограничений.

Дестабилизирующими факторами являются погрешности определения географических координат границ контура объектов поля, системы управления движением агрегата по заданной трассе. Факторы объективных ограничений - ограничение и дискретность перестройки параметров агрегатов защиты растений: радиус разворота агрегата на поле, длина штанги, диаметр факела распыла форсунок, количество секций штанги.

Результатом регулирования является минимум экологического вреда и энергоресурсных затрат агрегата защиты растений, который определяется точкой начала трассы, координатами трассы и настройкой (выбором) агрегата защиты растений в соответствии с оптимальными параметрами. Экологические показатели влияния на окружающую среду деятельности человека установлены Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Управление опрыскивателем осуществляется бортовым компьютером (навигатором) в соответствии с рассчитанными файлами трека трассы и управления секциями.

Основные функциональные характеристики:

- встроенная база вариантов расчета с сохранением для каждого варианта основных результатов расчета трассы;

- режимы обработки: оптимизация не задана- расчет трека трассы производится для азимута, определенного пользователем, вектором посева, наклоном поля, оптимизация задана- расчет оптимизации производится по 3 критериям для энергоресурсных затрат и 5 критериям параметров опрыскивания для выбранных агрегатов в заданном диапазоне варьирования азимута гона;

- критерии оптимальности, коэффициенты: энергоресурсные затраты, эффективность использования агрегата, эффективности трассы, покрытия поля средством защиты растений, качества опрыскивания, качества обработки, стоимости урожая.

Для каждого из приведенных режимов возможно однократное вычисление карты опрыскивания и файлов управления секциями опрыскивателя, при этом учитывается перекрытие участков опрыскивания с ранее обработанными. При превышения угла наклона поля 4 градуса, оптимизация пользователем не применяется, а трек гона формируется перпендикулярно вектору наклона поля.

- параметры трека перемещения агрегата на поле: тип гонов: челночная система возвратно-поступательных параллельных линий с углом гона, равным его азимуту, минимальная кривизна трека для непрерывного перемещения агрегата, не менее радиуса разворота агрегата, минимальное расстояние линии трека до контуров границ поля или объектов препятствий равна половине ширины штанги с учетом погрешности реального позиционирования агрегата на поле, обход объектов- препятствий осуществляется по контуру минимальной длины, ширина гона равна ширине штанги с заданным перекрытием для исключения огрехов обработки из за ошибок навигации и позиционирования агрегата на поле, система координат, по умолчанию - геоид WGS84 с трансформацией в UTM Меркатора;

- входные данные: файлы контуров границ поля и объектов- препятствий, снятых навигационной аппаратурой или синтезированные в программных системах типа «Google Планета Земля» в формате kml, параметры расчета и список агрегатов (опрыскивателей) с известными параметрами штанги и радиуса разворота;

- выходные данные: выходными данными являются, оптимизированные относительно критериев оптимальности: номер агрегата из расчетного набора, азимут трека гона, файл с треком для перемещения агрегата в формате kml, таблицы Excel с результатами и графиками расчета, карта опрыскивания поля и файл управления форсунками.

Общие принципы функционирования ПК «АГРОТРЕК». Комплекс состоит из следующих функциональных программных блоков:

- 1) интерфейс пользователя, построенный на всплывающих окнах Windows, предусматривающих ввод/вывод параметров и управляющих воздействиях на алгоритм обработки, информационного окна для вывода информации о последовательности обработки;

2) база данных вариантов обработки полей, содержащая перечень вариантов обработки, связанных с хранилищем треков полей, таблиц Excel с параметрами и результатами обработки, карт опрыскивания в виде jpg-изображений, файлов управления секциями опрыскивателя, выходных и справочных файлов треков гона в формате kml Google Earth;

3) конвертор географических координат для преобразования координат входных файлов GPS в UTM или UTM в GPS с расчетом зоны UTM и точки смещения, при этом другие форматы GPS координат должны быть приведены к формату программной системы Google Earth;

4) комплекс программ КОНТУР для расчета треков гонов в заданном диапазоне варьирования азимута. Вычисление энергоресурсных параметров по заданным критериям оптимальности;

5) комплекс программ РАСТР для расчета опрыскивания поля в заданном диапазоне варьирования азимута. Вычисление экологических параметров по заданным критериям оптимальности. Формирование карты опрыскивания и файлов управления секциями опрыскивателя;

6) программы формирования выходных и справочных файлов треков гона в формате kml Google Earth;

7) программы документирования и визуализация результатов в формате Excel.

Работа программного комплекса ПК «АГРОТРЕК» осуществляется в рабочем или демонстрационном (ДЕМО) режиме. В режиме «ДЕМО» имитируются основные времяемкие операции формирования треков и моделирование опрыскивания готовыми результатами расчета.

Список литературы

1. Пат. 2492626 Российская Федерация. Способ управления агрегатом защиты растений при спутниковой навигации на сельскохозяйственных полях / Альт В.В., Нечаев А.И.; патентообладатель ГНУ СибФТИ Россельхозакадемии. Дата регистрации: 20.09.2013; опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26.
2. Пат. № 2708 154 Российская Федерация. Способ непрерывного автоматического управления посевным агрегатом и агрегатом защиты растений на различных стадиях обработки сельскохозяйственного поля при спутниковой навигации / Альт В.В., Нечаев А.И.; патентообладатель СФНЦА РАН. Дата регистрации: 04.12.2019; опубл. 04.12.2019, Бюл. № 34.
3. Программа для ЭВМ № 2025696919 Российская Федерация. Определение оптимальных траекторий движения штангового опрыскивателя при спутниковой навигации / Альт В.В., Нечаев А.И., Исакова С.П., Солошенко А.А. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 22.12.2025.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СПЛАВА ПОСТЕЛИ РАСПРЕДВАЛА VOLVO D13 МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

Подхалдин Г.И., студент

Научный руководитель – Серебровский В.И., д-р техн. наук, проф.

Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова, Курск, Россия

e-mail: gog605@yandex.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты определения элементного состава сплава постели распредвала двигателя VOLVO серии D13 методом рентгенофлуоресцентного анализа.

Ключевые слова: состав сплава, рентгенофлуоресцентный анализ, постель распредвала, VOLVO D13

В сельскохозяйственном производстве Российской Федерации ежегодно возделывается более чем 80 млн га посевных площадей. Для выполнения технологического процесса необходимо производить механическую обработку почвы: вспашку, глубокое рыхление, культивацию, фрезерование, боронование и др. Основное значение для сельского хозяйства имеет техническая готовность машинно-тракторного парка, которые позволяют механизировать и автоматизировать процессы обработки почвы. В процессе проведения ремонтных работ часто сталкиваются с проблемой отсутствия необходимых запчастей на ремонтных предприятиях и складах. Ввиду усложнившейся логистики увеличилась стоимость импортных деталей, а в некоторых случаях даже невозможность их приобретения. Исходя из этого появляется необходимость в применении и совершенствовании способов восстановления и упрочнения изношенных запчастей [1].

Основной деталью сельскохозяйственной техники является двигатель внутреннего сгорания. Одной из наиболее уязвимых и нагруженных его частей является постель распредвала – это опорные поверхности в блоке цилиндров или головке блока – критически важный узел, обеспечивающий точное вращение распределительного вала и подачу моторного масла, поэтому ее состояние влияет на фазы газораспределения и износ двигателя в целом.

Перед восстановлением изношенной постели распредвала необходимо изучить элементный состав сплава, из которого она изготовлена. Эта операция необходима для правильного выбора метода и материала, который будет использован при проведении ремонтных работ. Знание элементного состава сплава помогает определить некоторые физические свойства восстанавливаемой детали, которые можно будет улучшить путем выбора материала для восстановления, который будет иметь характеристики, превосходящие исходный сплав, например коррозионную стойкость, износостойкость и имеющий наиболее прочную связь с материалом подложки.

В работе определялся элементный состав сплава постели распредвала двигателя VOLVO серии D13, который устанавливается на зерновоз VOLVO FMX (рис. 1).



Рис. 1. Постель распредвала двигателя VOLVO серии D13 (а) и зерновоз VOLVO FMX с двигателем VOLVO D13 (б)

Для определения элементного состава сплава использовался метод рентгенофлуоресцентного анализа, поскольку он является самым быстрым и неразрушающим методом анализа [2]. Суть данного метода заключается в анализе характеристик спектра вторичного флуоресцентного излучения пробы, для этого на исследуемый образец направляют рентгеновское излучение и изучают спектр отраженной волны. Вторичное рентгеновское излучение представляет собой электромагнитные волны, характеристические линии которых являются индивидуальными для атомов различных элементов и имеют свои характерные особенности, благодаря этому удастся определить элементный состав исследуемого сплава, а интенсивность данных линий позволяет количественно оценить концентрацию веществ [3]. Перед проведением опыта исследуемую поверхность требуется очистить от загрязнений и обезжирить.

Для проведения измерений был использован анализатор портативный рентгенофлуоресцентный металлов и сплавов EXPLORER 5000 (рис. 2).



Рис. 2. Анализатор портативный рентгенофлуоресцентный металлов и сплавов EXPLORER 5000

Проводилось несколько измерений в разных точках постели распредвала. Ниже приведено измерение с наибольшей вероятностью совпадения эталонному составу. В результате проведенных измерений была определена марка стали, из которой изготовлена деталь – это 08ГДНФ – конструкционная низкоуглеродистая сталь дисперсионно-упрочняемая перлитного класса. Результаты представлены на рис. 3, 4 и в таблице [4].

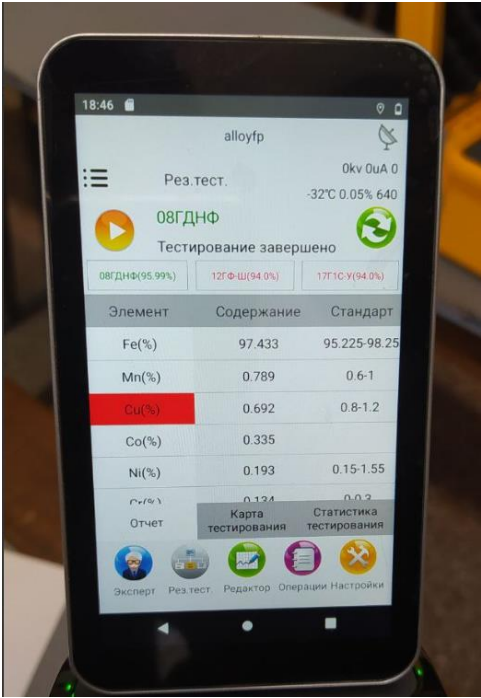


Рис. 3. Результат определения состава материала детали анализатором портативным рентгенофлуоресцентным EXPLORER 5000

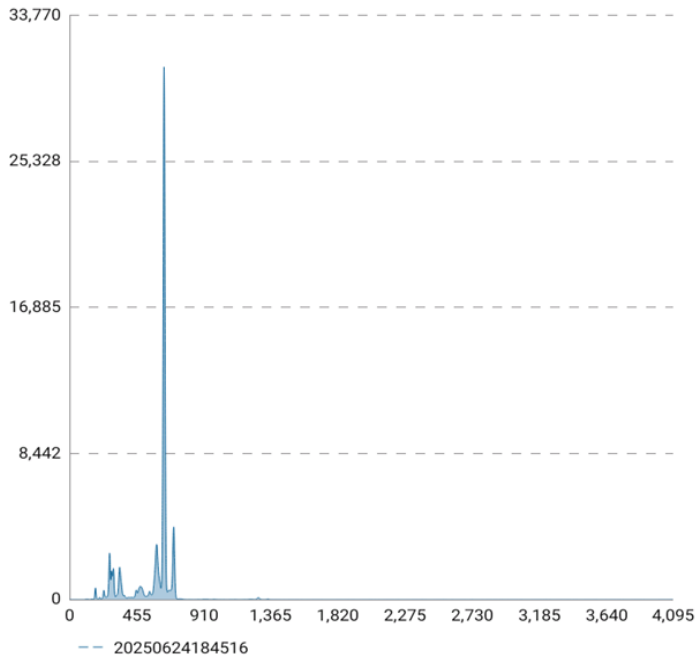


Рис. 4. Тестовый спектр измерений

Результаты определения состава детали

Элемент	Содержание	Предел обнаружения	Погрешность
Si(%)	0,000	0,000	0,000
Cr(%)	0,134	0,100	0,004
Mn(%)	0,789	0,100	0,012
Fe(%)	97,433	0,100	0,121
Co(%)	0,335	0,100	0,002
Ni(%)	0,193	0,000	0,000
Cu(%)	0,692	0,100	0,017
Zn(%)	0,091	0,100	0,005
Rb(%)	0,000	0,000	0,000
Mo(%)	0,066	0,100	0,002
Rh(%)	0,025	0,100	0,001
Ag(%)	0,009	0,100	0,000
Cd(%)	0,036	0,100	0,002
Sn(%)	0,057	0,100	0,002
Sb(%)	0,090	0,100	0,004
W(%)	0,040	0,100	0,006

Список литературы

1. Подхалдин Г.И. Обзор метода холодного газодинамического напыления // Электроэнергетика сегодня и завтра: сб. науч. ст. 3-й Междунар. науч.-техн. конф., Курск, 27 марта 2024 г. – Курск, 2024. – С. 230-236.
2. Межевая Л.Ю., Филиппов М.Н., Лямина О.И. Рентгенофлуоресцентный экспресс-анализ технического тантала и ниобия: от сырья до продукта // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2023. – Т. 89. – № 6. – С. 5-12.
3. Ревенко А.Г., Пашкова Г.В. Рентгенофлуоресцентный анализ: современное состояние и перспективы развития // Журнал аналитической химии. – 2023. – Т. 78. – № 11. – С. 980–1001.
4. Марочник стали и сплавов: сайт. – URL: https://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=3058.

<https://doi.org/10.26898/2026-313>
УДК 621

ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВА УМЗЭГ

Попрядухин Е.В.¹, магистрант,
Виноградов А.В.^{1,2}, д-р техн. наук, доцент

¹Орловский государственный аграрный университет, Орел, Россия

²Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

e-mail: popryaduhinzhzenya@mail.ru

Аннотация. Одной из причин выхода из строя электрогенераторов малой мощности является несимметрия нагрузки. Она усугубляется тем, что на генераторах мощностью до 40 кВт, как правило, отсутствуют средства мониторинга пофазной загрузки. Это приводит к нерациональному распределению нагрузки по фазам, перегрузкам отдельных фаз,

сокращению ресурса генераторов. В работе был произведён анализ работоспособности устройства мониторинга загрузки электрогенераторов. Описаны основные функции устройства, измеряемые с его помощью параметры, порядок и результаты проверки работоспособности устройства.

Ключевые слова: сельские электрические сети, надёжность электроснабжения, малая генерация, несимметрия напряжений, электрогенератор, мониторинг загрузки, перегрузка, устройство мониторинга загрузки электрогенератора (УМЗЭГ)

На сегодняшний день одной из главных задач городских и сельских электрических сетей является повышение надёжности электроснабжения потребителей [1-2]. Для основного и резервного электроснабжения объектов часто используют дизельные и бензиновые электрогенераторы [3]. Данные установки часто работают при несимметричной нагрузке, что негативно влияет на их срок службы. Одним из решений этой проблемы является пофазный мониторинг загрузки электрогенератора и последующее перераспределение нагрузки для снижения несимметрии и недопущения перегрузки по фазам [4-6]. Ранее было разработано устройство мониторинга загрузки электрогенераторов УМЗЭГ, выполняющее указанные функции мониторинга [7].

УМЗЭГ состоит из пластикового корпуса, сенсорного дисплея, колодок для подключения трансформаторов тока и нагрузки. Также к устройству прилагается индикатор нагрузки, который показывает, на какую из фаз рационально подключить нагрузку.

В конструкцию устройства входят различные платы, датчики и микросхемы, с помощью которых контролируются параметры режимов работы генератора и нагрузки. Также данные комплектующие определяют наличие несимметрии по току, напряжению и нагрузке, выделяют наиболее и наименее нагруженные фазы. С помощью индикатора нагрузки осуществляется световая индикация о несимметрии, а также световая и звуковая индикация перегрузки по фазам. На основе указанной информации оператор установки принимает решение о перераспределении нагрузки, при подключении дополнительной однофазной нагрузки определяет на какую из фаз её рационально подключить [8, 9].

Устройство должно обеспечивать: измерение напряжения, тока, мощности по всем трём фазам и нулевому проводнику коэффициента мощности ($\cos \varphi$); отображение текущих и допустимых значений параметров; отображение допустимой мощности по фазам; индикацию и сигнализацию о превышении допустимой мощности по каждой из фаз; индикацию и сигнализацию о превышении допустимой несимметрии тока и напряжения. Более подробные функциональные и технические требования, а также варианты структурных схем устройства описаны в работах [8, 9].

В целях проверки работоспособности данного устройства был разработан его экспериментальный образец. В качестве нагрузки при проверке работоспособности образца УМЗЭГ были использованы бытовые и строительные приборы: фен, подключенный к фазе А; паяльник, подключаемый к фазе В и утюг, подключенный к фазе С (рис. 1).

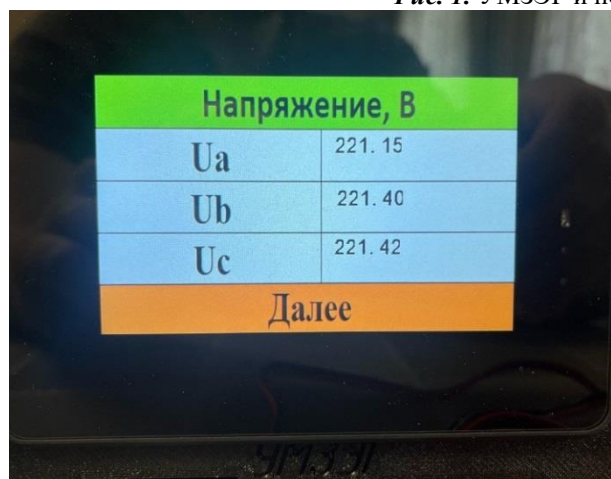
Функция измерения напряжения проверялась подачей напряжения на схему. УМЗЭГ показал значение напряжения 221В (рис. 2, А) на всех фазах. После включения всех нагрузок, УМЗЭГ показал разные значения тока на фазах. На фазах А и В значения тока не превышали допустимого значения (фаза А – 2,48 А; фаза В – 0,18 А), индикатор перегрузки не загорался. На фазе С (нагрузка – утюг) значение тока составило 11,71 А, что больше заданной в УМЗЭГ уставки (10А). Устройство среагировало на превышение значения тока уставки и загорелся зелёный индикатор фазы С, так же сработала звуковая сигнализация (рис. 2, Б).

Также были сняты показания активной и реактивной мощности. После включения фена показатели мощности были в норме и составила 0,6 кВт. При переводе фена в режим подачи горячего воздуха, его потребляемая активная мощность увеличилась и стала равной 1,17 кВт (рис. 3, А). Индикатор фазы А среагировал на превышение уставки мощности

(1 кВт), загорелся индикатор и сработал звуковой сигнал. Реактивная мощность при этом составляла 0,3 кВар (рис. 3, Б). После уменьшения нагрузки все значения пришли в норму и не превышали уставки. Следует отметить, что уставки срабатывания на устройстве настраиваемые, текущие были выбраны для проверки работоспособности устройства исходя из имеющейся нагрузки.



Рис. 1. УМЗЭГ и подключенная нагрузка



А



Б

Рис. 2. А – параметры напряжения приборов; Б – превышения тока на фазе С



А



Б

Рис. 3. Параметры мощностей:

А – показания активной мощности; Б – показания реактивной мощности

Проверка работоспособности устройства прошла успешно. Все заявленные требования и функционал прибора были испытаны. Следующим этапом проверки устройства будет испытание в промышленных условиях на реальном трёхфазном генераторе. Данное устройство поможет обеспечить минимизацию несимметрии на фазах генератора, а также уменьшить количество перегрузок по фазам для данных установок [10].

Список литературы

1. Букреев А.В., Виноградов А.В. Разработка технических средств обследования электрических сетей сельскохозяйственных объектов. – Орёл, 2023. – 196 с.
2. Грачева Е.И., Садыков Р.Р. Исследование вероятностных характеристик систем электроснабжения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – Т. 19. – № 1-2. – С. 95-101.
3. Хватов О.С., Дарьенков А.Б. Электростанция на базе дизельгенератора переменной частоты вращения // Электротехника. - 2014. - № 3. - С. 28–32.
4. Основные неисправности бензогенераторов и их причины [Электронный ресурс]. – URL: https://karex.ru/about/information/prichiny_neispravnosti_benzogeneratorov/.
5. Булатов Ю.Н., Крюков А.В. Влияние несимметричной нагрузки на работу турбогенераторов установок распределенной генерации // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - Т. 3. - № 31. - С. 85–93.
6. Способ симметрирования фазных токов и напряжений, выдачи всей мощности генератора на однофазную нагрузку, повышения надёжности питания нагрузок генератора [Электронный ресурс]. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2831133C1/ru>.
7. Попрядухин Е.В. Устройство мониторинга загрузки электрогенераторов // Лучший научный студенческий проект 2025: сб. ст. Междунар. науч.-исслед. конкурса. - Петрозаводск, 2025. - С. 145-156.
8. Попрядухин Е.В., Крамской С.В., Панфилов А.А., Виноградов А.В. Функциональные и основные технические требования к устройству индикации пофазной нагрузки и перегрузки электрогенератора // Агротехника и энергообеспечение. - 2024. - № 4 (45). - С. 50-56.
9. Виноградов А.В., Попрядухин Е.В., Крамской С.В. Варианты структурных схем устройства индикации пофазной нагрузки и индикации о перегрузке электрогенератора // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. - Орел, 2024. - С. 384-391.
10. Патент на изобретение RU 2847780 C1. Способ симметрирования нагрузки генератора и недопущения его перегрузки с автоматическим отключением части нагрузки / Виноградов А.В., Панфилов А.А., Крамской С.В., Попрядухин Е.В., Виноградова А.В. Заявка № 2025100724 от 16.01.2025.

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ В ПОСЕВНОЙ ПЕРИОД НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Рябовалов С.И., студент

Научный руководитель – Яковлев Д.А., канд. техн. наук, доцент
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: ser383rib@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние количества выпавших осадков в предпосевной период (ноябрь – март) на объёмную влажность почвы в посевной сезон (апрель – май) в Новосибирской области. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации агрономических процессов за счёт точного прогнозирования сроков посевных работ, что напрямую зависит от влажностного режима почвы. В работе использованы спутниковые данные миссий NASA – GPM IMERG (для осадков) и SMAP (для влажности почвы), обработанные через платформу. Анализ охватывает 25-летний временной ряд (2000–2025 гг.) ежедневных наблюдений за осадками, температурой и объёмной влажностью почвы в фиксированной геопозиции Новосибирской области.

Ключевые слова: прогнозирование климата, объёмная влажность почвы, осадки

Изучение климатических условий, их прогнозирования и мониторинга позволило многим сельским хозяйствам работать над оптимизацией агрономических процессов. Климатические условия включают в себя большое количество показателей, таких как температура, влажность, атмосферное давление и многое другое. Все эти параметры влияют на будущее развитие растений и формируют конкретные климатические условия для каждой определенной зоны земледелия [1].

Влажность почвы является одним из ключевых показателей, изучение которого позволило более качественно понимать необходимые условия для выполнения агрономических работ. Влажность почвы формируется за счет проникновения в почву атмосферных осадков или поливных вод, а также за счет грунтовых вод и их накоплении в толще почвы, сохранение почвой влаги, что в конечном итоге характеризует данный показатель [2]. Данный показатель влияет на степень сопротивления почвы при ее механической обработке, способность крошиться, микробиологические и химические процессы происходящих в ней и многое другое, в следствии чего при земледелии крайне важно соблюдать оптимальные показатели влажности почвы, ведь они напрямую влияют как на труд затратность, так и на качество выполнения работ.

В данной работе мы рассмотрим влияние выпавших осадков на показатель объёмной влажности почвы, в рамках Новосибирской области с целью выявить зависимость между общим количеством выпавших осадков до посевного периода и объёмной влажности почвы в посевной период. Данная зависимость в дальнейшем позволит построить модель прогнозирования для определения сроков посевных работ. По статистике в Новосибирской области сроки посевные работы проводят в период с начала апреля по конец июня, для дальнейшего исследования будет взят данный период.

В рамках первичного сбора данных для аналитики мы воспользовались базой данных спутников NASA, включающие в себя обработанные и ассимилированные данные различных спутников. Эти данные включают в себя долгосрочные климатологически усредненные оценки метеорологических показателей, а также поверхностных потоков солнечной и

тепловой инфракрасной энергии, или радиационных потоков. Кроме того, средние значения базовых метеорологических и солнечных данных предоставляются в виде временных рядов. Эти спутниковые и модельные продукты доказали свою достаточную точность и позволяют получать достоверные данные о солнечной и метеорологической активности в регионах, где наземные измерения проводятся редко или не проводятся вовсе. Данные об осадках получают в рамках миссии NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellit E Retrievals for GPM (IMERG), а данные о влажности почвы получают со спутника SMAP (Soil Motion Active Passive) который измеряет влажность на поверхности суши, в дальнейшем данные обрабатываются платформой и предоставляются пользователям на интерактивной карте и интерфейсе, из которого в конечном итоге можно извлечь документ содержащий все выбранные показатели.

В нашем исследовании, точкой интереса стали данные об выпавших осадках и объемной влажности почвы за период с 2000 по 2025 год. Так как сервис обрабатывает данные ежедневно, было решено взять по каждому дню каждого года в течение 25 лет. Данные собирались в стандартные таблицы Excel и содержали в себе показатели объемной влажности почвы ($\text{см}^3/\text{см}^3$), осадков (мм/день), а также дополнительно показатель температуры окружающей среды ($^{\circ}\text{C}$) в конкретно заданной точке Новосибирской области (геопозиции).

Дальнейшим этапом исследования был сбор данных по каждому выделенному периоду, на протяжении 25 лет. Данные собирались в таблицу для соотнесения, содержащую информацию о сумме осадках за период с ноября прошедшего года по март текущего, а также данные о средней объемной влажности почвы за период с апреля по май текущего года и данные о средней объемной влажности в конкретный месяц периода (см. таблицу).

Первичный анализ данных показал, что сумма выпавших осадков в большей степени влияет на объемную влажность таких месяцев, как апрель и май. По таблице видно, что не один средний показатель влажности в июне не превышает средний показатель влажности в апреле или мае. В процентном отношении от средней объемной влажности почвы за весь период, в апреле влажности почвы выше на 10,6%, в мае на 2,53%, а в июне средняя влажность почвы ниже на 9,74%. Мы предполагаем, что в первую очередь это связано с снеготаянием. На данный момент еще достоверно не установлена связь между общим количеством выпавших осадков и средней объемной влажностью в период с апреля по июнь.

Данное исследование может быть полезно для дальнейшего анализа и прогнозирования климатических условий в рамках Новосибирской области, а также станет отправной точкой для исследования исторических зависимостей между различными показателями для дальнейшего прогнозирования.

Осадки и влажность почвы за 2000–2025 год в Новосибирской области

Период	Сумма выпавших осадков за выбранный период, мм	Период	Влажность почвы			
			Средняя влажность почвы за период, см ³ /см ³	Средняя влажность по месяцам, см ³ /см ³		
				Апрель	Май	Июнь
2000 Ноябрь - Март 2001	145,98	Аперль 2001 - Июнь 2001	0,647666667	0,757666667	0,63	0,555333
2001 Ноябрь - Март 2002	123,12	Аперль 2002 - Июнь 2002	0,622333333	0,725	0,598666667	0,543333
2002 Ноябрь - Март 2003	130,52	Аперль 2003 - Июнь 2003	0,614444444	0,704666667	0,627333333	0,511333
2003 Ноябрь - Март 2004	109,52	Аперль 2004 - Июнь 2004	0,641888889	0,733666667	0,665	0,527
2004 Ноябрь - Март 2005	105,87	Аперль 2005 - Июнь 2005	0,604222222	0,694333333	0,598666667	0,555333
2005 Ноябрь - Март 2006	93,06	Аперль 2006 - Июнь 2006	0,582222222	0,646	0,593333333	0,555333
2006 Ноябрь - Март 2007	142,96	Аперль 2007 - Июнь 2007	0,642777778	0,718333333	0,647	0,603333
2007 Ноябрь - Март 2008	107,16	Аперль 2008 - Июнь 2008	0,600222222	0,657	0,609333333	0,570667
2008 Ноябрь - Март 2009	111,73	Аперль 2009 - Июнь 2009	0,663333333	0,728333333	0,673666667	0,627
2009 Ноябрь - Март 2010	110,31	Аперль 2010 - Июнь 2010	0,643222222	0,716666667	0,673	0,579
2010 Ноябрь - Март 2011	123,03	Аперль 2011 - Июнь 2011	0,597111111	0,671666667	0,607	0,549333
2011 Ноябрь - Март 2012	73,26	Аперль 2012 - Июнь 2012	0,551777778	0,601666667	0,571333333	0,516
2012 Ноябрь - Март 2013	162,38	Аперль 2013 - Июнь 2013	0,694666667	0,716333333	0,753333333	0,660667
2013 Ноябрь - Март 2014	114,46	Аперль 2014 - Июнь 2014	0,614444444	0,706666667	0,612666667	0,562
2014 Ноябрь - Март 2015	139,73	Аперль 2015 - Июнь 2015	0,715333333	0,789666667	0,753666667	0,649
2015 Ноябрь - Март 2016	104,8	Аперль 2016 - Июнь 2016	0,715333333	0,762333333	0,699	0,579333
2016 Ноябрь - Март 2017	157,01	Аперль 2017 - Июнь 2017	0,663888889	0,712333333	0,718333333	0,603333
2017 Ноябрь - Март 2018	104,83	Аперль 2018 - Июнь 2018	0,712444444	0,691333333	0,762333333	0,683667
2018 Ноябрь - Март 2019	103,67	Аперль 2019 - Июнь 2019	0,680444444	0,740344828	0,682666667	0,643
2019 Ноябрь - Март 2020	164,66	Аперль 2020 - Июнь 2020	0,655666667	0,740689655	0,687	0,564
2020 Ноябрь - Март 2021	148,23	Аперль 2021 - Июнь 2021	0,676333333	0,742758621	0,716666667	0,594333
2021 Ноябрь - Март 2022	123,35	Аперль 2022 - Июнь 2022	0,647111111	0,753103448	0,645666667	0,567667
2022 Ноябрь - Март 2023	123,47	Аперль 2023 - Июнь 2023	0,582222222	0,680344828	0,593333333	0,495667
2023 Ноябрь - Март 2024	149,74	Аперль 2024 - Июнь 2024	0,765555556	0,804827586	0,789333333	0,729333
2024 Ноябрь - Март 2025	112,38	Аперль 2025 - Июнь 2025	0,73	0,793103448	0,769	0,654333

Список литературы

1. Рябовалов С.И., Яковлев Д.А., Васильев С.А. Перспективы применения агрометеостанций // Теория и практика современной аграрной науки: сб. VIII Нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 24 февр. 2025 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 1361-1363.
2. Качинский Н.А. Физика почвы: учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1970. - Ч. 2: Водно-физические свойства и режимы почв. - С. 245-247.

<https://doi.org/10.26898/2026-315>
УДК 631.53.03

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ПРОЦЕССА ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Сухопаров А.А., канд. техн. наук, в.н.с.,
Лебедев А.Н., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Темиров К.С., канд. с.-х. наук, н.с.,
Сухопарова Я.Ю., канд. экон. наук, в.н.с.,
Хаксар Е.В., н.с.,

Федорова О.В., лаборант-исследователь

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: SukhoparovAA@sfisca.ru

Аннотация. Актуальным направлением исследований является обоснование и концептуальная разработка автоматизированных систем интенсификации процесса микроклонального размножения, на основе использования стерильных, биологически стабильных биореакторных систем, позволяющих ускоренно воспроизводить генетически неизменные и биологически чистые сельскохозяйственные растения. В статье рассмотрены основные способы микроклонального размножения растений, конструктивные особенности биореакторов временного погружения и их основные преимущества.

Ключевые слова: микроклональное размножение растений, культура тканей, биореакторные системы, повышение эффективности выращивания, жидкие питательные среды

Основным способом микроклонального размножения растений *in vitro*, используемого в мировой практике, является способ временного погружения растений в полутвердую питательную среду. Время выдержки растений в питательной среде в зависимости от вида растения, и состава питательной среды и в среднем составляет от 14 до 90 суток. Питательная среда составляется с учетом вида растения. Согласно известному способу микроклонального размножения *in vitro* [10], растения помещают в стеклянные пробирки, что обеспечивает требуемые условия: стабильность питательной среды, температурный и влажностный режимы, стерильные условия воспроизводства. По данным [2] коэффициент размножения растений *in vitro* составляет 2-4.

Недостатками способа является отсутствие автоматизации процесса устойчивого воспроизводства растений, деградация питательной среды, так как происходит усвоение микро и макроэлементов растением (отсутствует возможность их восполнения и оперативного контроля состава питательной среды), присутствие субстрата (агар-агар), что является предпосылками к развитию корневой гнили и размножения микроорганизмов.

Таким образом, актуальным является развитие и совершенствование технических автоматизированных систем для ускоренного, контролируемого и устойчивого процесса воспроизводства сельскохозяйственных растений *in vitro*.

В настоящее время, лабораториями, исследующими процесс воспроизводства сельскохозяйственных растений *in vitro*, используется способ микроклонального развития растений в изолированных условиях. Изолированные условия воспроизводства растений создаются в жидкофазных биореакторных системах (TIS). Принцип использования биореакторных систем заключается в изолировании растений от внешней среды, а питание растений производится восполняемой, контролируемой питательной средой на основе азотных и фосфорных соединений, микроэлементов, при этом температурный, влажностный, световой и газообменный режимы контролируются и управляются с применением микропроцессорных систем управления и принятия решений.

Исследованиями [3-6] установлено, коэффициент воспроизводства сельскохозяйственных растений в биореакторных системах составляет не менее десяти крат. В настоящее время применяется биореакторные системы типа Ebb-and-Flow: SETIS, RITA, BioMINT, RALM, PLANTIMA, MATIS, которые не обеспечивают устойчивых условий воспроизводства растений, не имеют систем контроля: параметров роста растений и состава питательной среды (см. рисунок). Аналоги промышленных отечественных биореакторных систем отсутствуют, либо находятся в стадии разработки (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского: офиц. сайт, Симферополь, 2023. URL: <https://cfuv.ru/news/v-kfu-razrabotali-biotekhnologicheskie-protokoly-polupromyshlennogo-razmnozheniya-masliny>. Дата обращения: 01.11.2025).

Рис. 1. Культуральный сосуд биореактора временного погружения

В СибФТИ СФНЦА РАН разработан и изготавливается в качестве промышленного образца шкаф искусственного климата «Биотрон» [1], это устройство является единственным промышленным образцом аналога биореактора.



Шкаф искусственного климата «Биотрон» предназначен для выращивания светолюбивых растений в условиях управляемого климата (температура, влажность, освещённость) с повышенной освещённостью в красной и синей области спектра оптического излучения и обеспечения ускорения селекционного процесса, который позволяет автоматически ступенчато регулировать освещённость растений в рабочей камере, с учетом изменения освещенности солнцем в течение светового времени суток (восход – день - закат), обладает модульностью и мобильностью конструкции, наличием микропроцессорного программируемого регулятора с энергонезависимой памятью заданных параметров, управляющего по времени температурой, влажностью и освещённостью, цифровым управлением задаваемых параметров и устройством воздухообмена (Группа

компаний «Гранат», Санкт-Петербург, 2023. URL: <http://granat-e.ru/biotron-5.html>. Дата обращения: 01.11.2025).

Система «Биотрон», при всем очевидном техническом совершенстве, не позволяет воспроизводить генетически чистые меристемы сельскохозяйственных растений.

Сравнительный анализ современных исследований [7-9] в области микроклонального размножения свидетельствуют, что в системах временного погружения коэффициент размножения апикальных меристем превышает в 2 раза коэффициент размножения в полужидких средах. Такой эффект реализуется вследствие применения робастных интеллектуальных автоматизированных систем контроля и управления за воспроизводством апикальных меристем. Помимо этого, биореакторные системы временного погружения обладают особенностью, при которой частично или полностью исключается применение ручного манипулирования в процессах субкультивирования, что снижает вероятность развития контаминации. Жидкие питательные среды отличаются отсутствием агар-агара, снижая цену среды на 50%. Питательные среды, используемые в биореакторных системах слабо деградируемые, это позволяет в режиме оперативного контроля компенсировать потребляемые растениями микро- и макроэлементы.

Общими конструктивными особенностями биореакторов временного погружения являются наличие емкостей для растений, системы подачи питательной среды, фильтрующих элементов, микропроцессорной системы управления и контроля среды, параметров роста растений.

Выводы

Таким образом, разработка концептуальной модели биореакторной системы является актуальной и важной научно-технической проблемой, с помощью которой можно решить проблемы:

- применения робастных интеллектуальных автоматизированных систем контроля и управления за воспроизводством апикальных меристем;
- исключение применения ручного манипулирования в процессах субкультивирования;
- возможность компенсации потребляемых растениями микро- и макроэлементов в питательной среде посредством оперативной замены.

Список литературы

1. Альт В.В., Гурова Т.А., Кашеваров Н.И., Осипова Г.М., Тюрюков А.Г. Подходы к созданию и использованию инструментальных методов исследований при решении проблемы стрессоустойчивости в растениеводстве // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. «Агроинфо-2015». - 2015. - С. 89-96.
2. Толоконцев Д.В., Усков А.И., Бородий С.А. Динамика роста и коэффициент размножения растений картофеля *in vitro* // Вестник КГУ. - 2006. - № 6. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-rosta-i-koeffitsient-razmnozheniya-rasteniy-kartofelya-in-vitro> (дата обращения: 12.11.2023).
3. Alabarran J., Bertand B., Lartaud M., Etienne H. Cycle characteristics in a temporary immersion bioreactor affect regeneration, morphology, water, and mineral status of coffee (*Coffea arabica*) somatic embryos // Plant Cell Tiss. Organ Cult. - 2005. – No. 81. – P. 27–36. DOI: 10.1007/s11240-004-2618-8.
4. Alvard D., Cote T., Teisson C. Comparison of methods of liquid medium culture for banana micropropagation: effects of temporary immersion of explants // Plant Cell Tiss. Organ Cult. – 1993. – No. 32. - P. 55–60. DOI: 10.1007/BF00040116.
5. Bello-Bello J.J., Cruz-Cruz C.A., P'erez-Guerra J.C. A new temporary immersion system for commercial micropropagation of banana (*Musa* AAA cv. Grand Naine) // Vit. Cell. Dev. Biol. Plant. - 2019. – Vol. 55. - P. 313–320.

6. Businge E., Trifonova A., Schneider C., Rodel P., Egertsdotter U. Evaluation of a new temporary immersion bioreactor system for micropropagation of cultivars of Eucalyptus, birch and fir // Forests. - 2017. - No. 8. - P. 196.
7. Florez S.L., Curtis M.S., Shaw S.E., Hamaker N.K., Larsen J.S., Curtis W.R. A temporary immersion plant propagation bioreactor with decoupled gas and liquid flows for enhanced control of gas phase // Biotechnol. Prog. - 2016. - No. 32. - P. 337–345.
8. Gueguim Kana E.B., Oloke J.K., Lateef A., Azanfack Kenfack R.H., Adeyemi A. Implementation details of computerized temporary immersion bioreactor (TIB): a fermentation case of *Pleurotus pulmonarius* // Biotechnol. Biotechnol. Equip. - 2010. - Vol. 24. – P. 2149–2153.
9. Jimenez E., Perez N., De Feria M., Barbon R., Capote A., Chavez M., Quiala E., Perez J.C., 1999. Improved production of potato microtubers using a temporary immersion system // Plant Cell. Tissue Organ Cult. - 1999. – Vol. 59. – P. 19–23.
10. RU 2 702 765 C2, 10.11.2019.

<https://doi.org/10.26898/2026-316>
УДК 631.331.02

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЛАПОВОГО СОШНИКА ДЛЯ СТЕРНЕВОЙ СЕЯЛКИ

Терёхин М.А.¹, канд. техн. наук, ведущий инженер,

Хорев П.Н.², канд. техн. наук, доцент

¹АО «Радиозавод», Пенза, Россия

²Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

e-mail: m.a.terekhin@rf58.ru; horev.p.n@pgau.ru

Аннотация. Предложена конструкция лапового сошника для стерневых сеялок и посевных комплексов, разработанная на базе культиваторного рабочего органа с пружинным предохранительным механизмом. Особенностью сошника является оснащение его рассекателем с криволинейными поверхностями, образующая которых выполнена по параболе, что обеспечивает разделение потока семян на две ленты для повышения равномерности их распределения по площади поля. Приведено описание работы сошника и его взаимодействия с препятствиями в почве.

Ключевые слова: лаповый сошник, стерневая сеялка, рассекатель, парабола, подпочвенно-разбросной посев, равномерность распределения, пружинный предохранитель

Лаповые сошники находят широкое применение в конструкции современных стерневых зерновых сеялок и посевных комплексов, таких как СКП-2,1, АУП-18.07, «Кузбасс», «Agrator», «Alcor» и др. [1, 2]. Их основное назначение – совмещение операции предпосевного рыхления почвы стрельчатой лапой с подпочвенно-разбросным или ленточным высевом семян и удобрений. Ключевыми требованиями к таким сошникам являются обеспечение равномерного распределения семян по ширине борозды, надежность работы в условиях засоренности поля пожнивными остатками и наличие эффективного предохранительного механизма на случай встречи с препятствиями [3, 4]. Несмотря на разнообразие существующих конструкций, задача повышения равномерности посева семян, особенно при разделении потока на две ленты, остается актуальной [5]. Целью данной работы является разработка конструкции лапового сошника с рассекателем более совершенной формы, направленной на улучшение показателей распределения посевного материала.

Предлагаемый лаповый сошник разработан на базе культиваторного рабочего органа с пружинным предохранительным механизмом. Основными элементами конструкции являются корпус 1 (рис. 1), который посредством прижимной скобы 2 и болтов 3 крепится к раме сеялки. К корпусу 1 на оси 4 шарнирно подвешена С-образная стойка 5 с щеками 6. В нижней части стойки 5 посредством двух болтов закреплена стрельчатая лапа 8, а за ней посредством тех же болтов прикреплен кронштейн 9, на котором посредством винта 11 установлен двухлопастной рассекатель 10. За стойкой 5 непосредственно над рассекателем 10 размещен семяпровод 12, зафиксированный на ней с помощью хомута 13. На стойку 5 с лапой 8 через щеки 6 передается усилие от пружины сжатия 7, обеспечивающее заглубление сошника в почву.

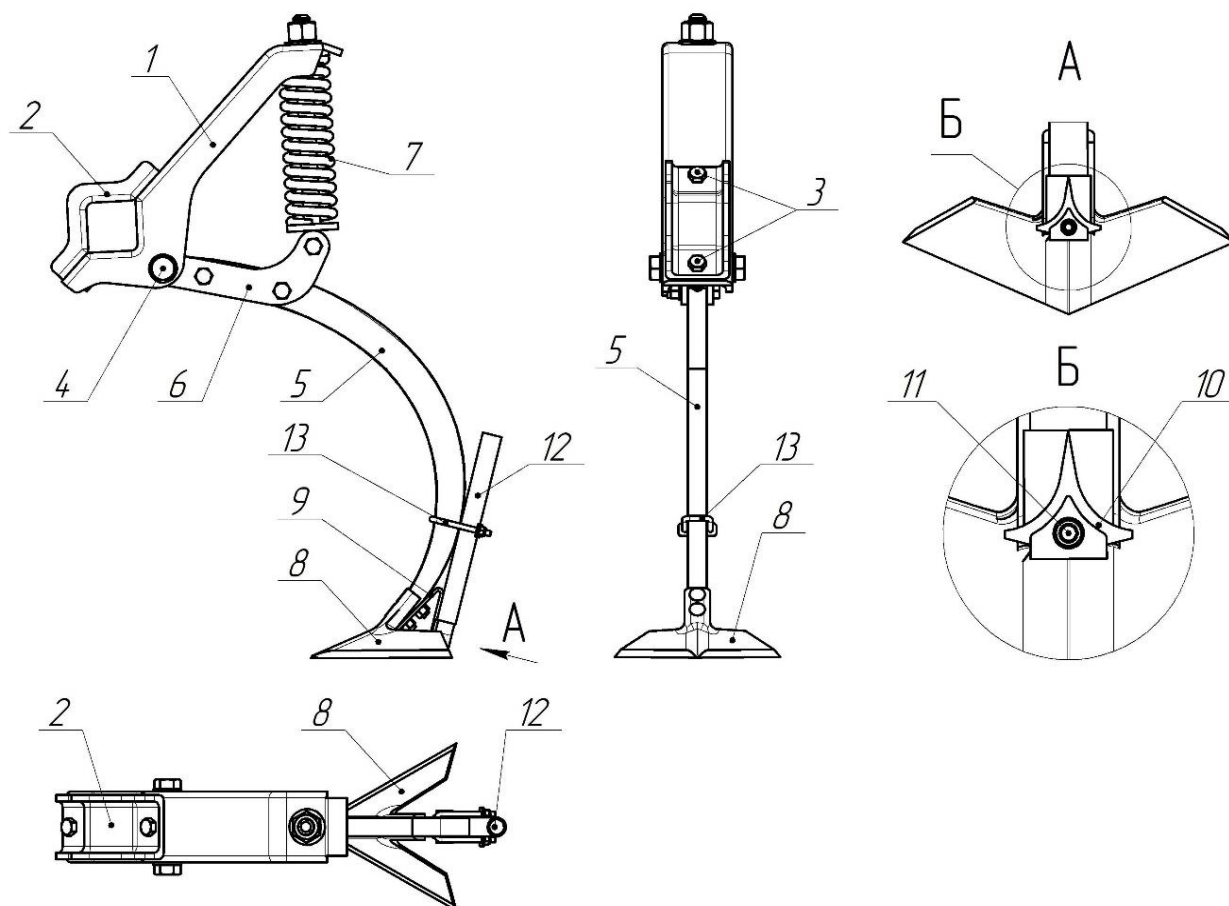


Рис. 1. Общее устройство предлагаемого лапового сошника:

- 1 – корпус; 2 – скоба прижимная; 3 – болт; 4 – ось; 5 – стойка С-образная;
6 – щека; 7 – пружина сжатия; 8 – лапа стрельчатая; 9 – кронштейн рассекателя;
10 – рассекатель; 11 – винт; 12 – семяпровод; 13 – хомут

Особенностью разработанного сошника является конструкция рассекателя 10. На основании анализа известных технических решений [6–8], в качестве образующей его симметричных криволинейных поверхностей принята парабола, что подтверждается существующими разработками в данной области [3, 9]. Данный выбор обусловлен возможностью управления траекторией семян. Взаимодействие потока с параболической поверхностью описывается моделью, сочетающей зеркальное отражение для упругих соударений и направленное скольжение с трением. Параметры параболы подобраны таким образом, чтобы комбинация этих двух режимов движения обеспечивала формирование двух широких и равномерно заполненных семенных лент в подлаповом пространстве.

Принцип работы сошника заключается в следующем. При движении агрегата стрельчатая лапа 8 подрезает пласт почвы, формируя борозду. Семена, подаваемые через

семяпровод 12, попадают на рассекаТЕЛЬ 10, который распределяет их на две симметричные ленты по ширине борозды. Далее поднятая почва осыпается, укрывая посевной материал.

Важным качеством предлагаемого сошника является его пружинная защита от поломок при встрече с препятствием. Так, при встрече стрелчатой лапы в почве с камнем 3 или иным препятствием (рис. 2), на ней возникает сила реакции, стремящаяся отклонить стойку назад по ходу движения сеялки. Это усилие преодолевает сопротивление пружины, и вся подрессоренная часть сошника, включая стойку с лапой и рассекателем, поворачивается вокруг оси, переходя из рабочего положения 1 в выглубленное положение 2. После преодоления препятствия усилие деформированной пружины возвращает рабочий орган в исходное заглубленное состояние, обеспечивая продолжение технологического процесса посева.

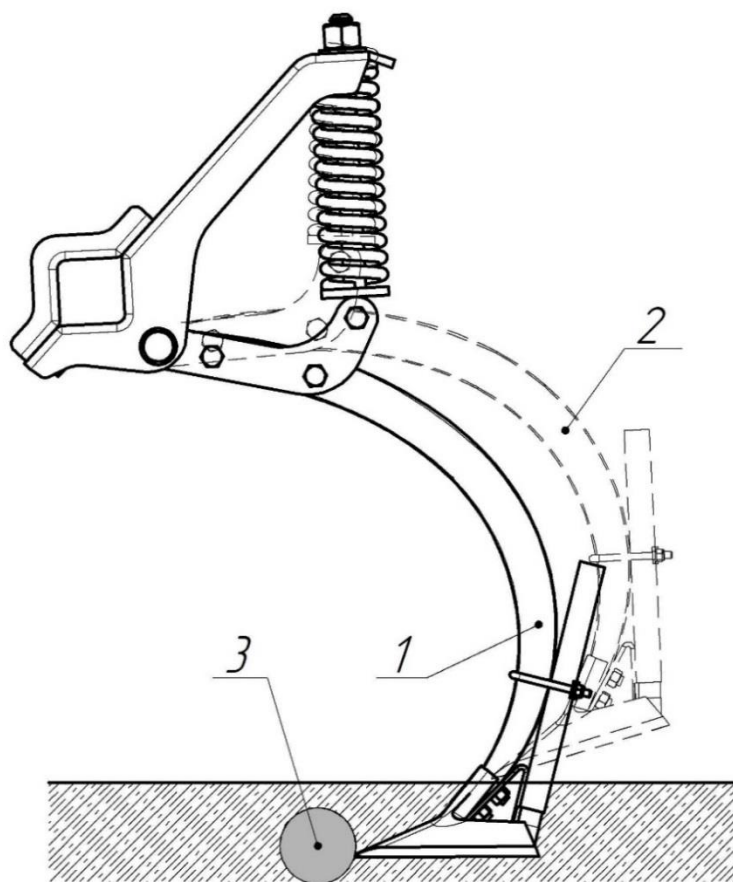


Рис. 2. Схема выглубления лапового сошника из почвы при встрече с препятствием:
1 – положение сошника в работе; 2 – выглубленное положение сошника;
3 – препятствие в почве (камень)

Разработанная конструкция лапового сошника включает надежный пружинный предохранительный механизм, обеспечивающий выглубление стрелчатой лапы при встрече с препятствием и ее последующее возвращение в рабочее положение. Применение рассекающей предлагаемой формы позволит улучшить равномерность распределения семян при подпочвенно-разбросном посеве за счет комбинации механизмов отражения и направленного скольжения семян, однако для подтверждения эффективности предложенных решений требуются исследования опытного образца лапового сошника в лабораторных и полевых условиях [10].

Список литературы

1. Припоров Е.В., Левченко Д.С. Анализ сошников сеялок ресурсосберегающих технологий посева зерновых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 109. – С. 379–391.
2. Демчук Е.В., Мяло В.В., Кем А.А. и др. Сравнительный анализ агротехнических характеристик посевных комплексов, оборудованных лаповыми сошниками // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016. – № 3 (6). – С. 13.
3. Терехин М.А., Косяков П.А., Тыкушин А.А. Лаповый сошник комбинированных пневматических посевных комплексов // Сельский механизатор. – 2025. – № 2. – С. 12–13. DOI 10.47336/0131-7393-2025-2-12-13-18.
4. Терехин М.А., Калабушев А.Н., Митясов И.М. Анализ конструктивных недостатков лаповых сошников сеялок и посевных комплексов // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сб. ст. XIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 11–12 марта 2025 г. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2025. – С. 248–253.
5. Терехин М.А., Калабушев А.Н., Митясов И.М. Совершенствование конструкции лапового сошника посевного комплекса «Concord» // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 30–31 мая 2025 г. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2025. – С. 258–263.
6. Пат. 216480 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Лаповый сошник для полосового посева: № 2022129809; заявл. 16.11.22; опубл. 07.02.23 / Окунев Г.А., Рахимов Р.С., Ялалетдинов А.Р. и др.; заявитель ООО «Челябинский компрессорный завод».
7. Пат. 2234208 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Сошник для безрядкового посева зерновых культур: № 2003103228/12; заявл. 03.02.03; опубл. 20.08.04 / Гужин И.Н.
8. Лопарева С.Г., Лопарев Д.В., Мекшун Ю.Н., Мекшун А.Ю. Исследования распределительных устройств лапового сошника стерневой сеялки // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Курган, 25 марта 2021 г. – Курган: Курганская ГСХА, 2021. – С. 37–41.
9. А.с. 733535 СССР, МПК А01С 7/20. Распределитель семян к сошникам для разбросного посева: № 2691301; заявл. 29.11.78; опубл. 15.05.80 / Ковриков И.Т.; заявитель Оренбургский с.-х. ин-т.
10. Терехин М.А., Яшин А.В., Косяков П.А. и др. Определение качественных показателей работы лаповых сошников в лабораторных условиях // АгроЭкоИнженерия. – 2025. – № 2 (123). – С. 99–117. DOI: 10.24412/2713-2641-2025-2123-99-117.

ВЫБОР ВАРИАНТА КОМПОНОВКИ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ХОЛОДИЛЬНОГО БЛОКА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Токарева А.Н.¹, канд. техн. наук, доцент,

Грачева Н.Н.^{1,2}, канд. техн. наук, доцент,

Дашковский Н.С.¹, студент

¹Азово-Черноморский инженерный институт –

филиал Донского государственного аграрного университета, Зерноград, Россия

²Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: tanna_ing@mail.ru

Аннотация. По результатам калорического расчета и требуемой схеме циркуляции воздуха подобрано несколько вариантов компоновки воздухоохладителей отечественного производства для помещений холодильного блока мясоперерабатывающего предприятия. Для всех вариантов были рассчитаны удельные технические показатели. Результаты расчетов критериев оценки показаны в виде лепестковых диаграмм. При необходимости для сопоставления площадей диаграмм было проведено экспортирование графиков в универсальную систему автоматизированного проектирования КОМПАС-График. За наиболее рациональный вариант компоновки воздухоохладителей принят вариант, при использовании которого получилась наименьшая площадь диаграммы.

Ключевые слова: охлаждение, замораживание, хранение, воздухоохладитель, показатель, лепестковая диаграмма

В настоящее время в холодильной промышленности помимо таких мероприятий [1, 2], как перевод установок на альтернативные холодильные агенты с нулевым потенциалом глобального потепления, поиск способов энергосбережения и рационализации конструктивного исполнения холодильных агрегатов, внедрение систем автоматизации и контроля, стоит проблема импортозамещения охлаждающего оборудования.

Рассмотрим, как этот вопрос может быть решен на примере холодильного блока мясоперерабатывающего предприятия (рис. 1) общей производительностью 10 т колбасных изделий в сутки.

В соответствии с назначением каждой из камер холодильного блока по многокритериальному методу были выбраны системы охлаждения (табл. 1). Требуемая величина холодильной нагрузки была определена традиционным методом калорического расчета охлаждаемых помещений [3].

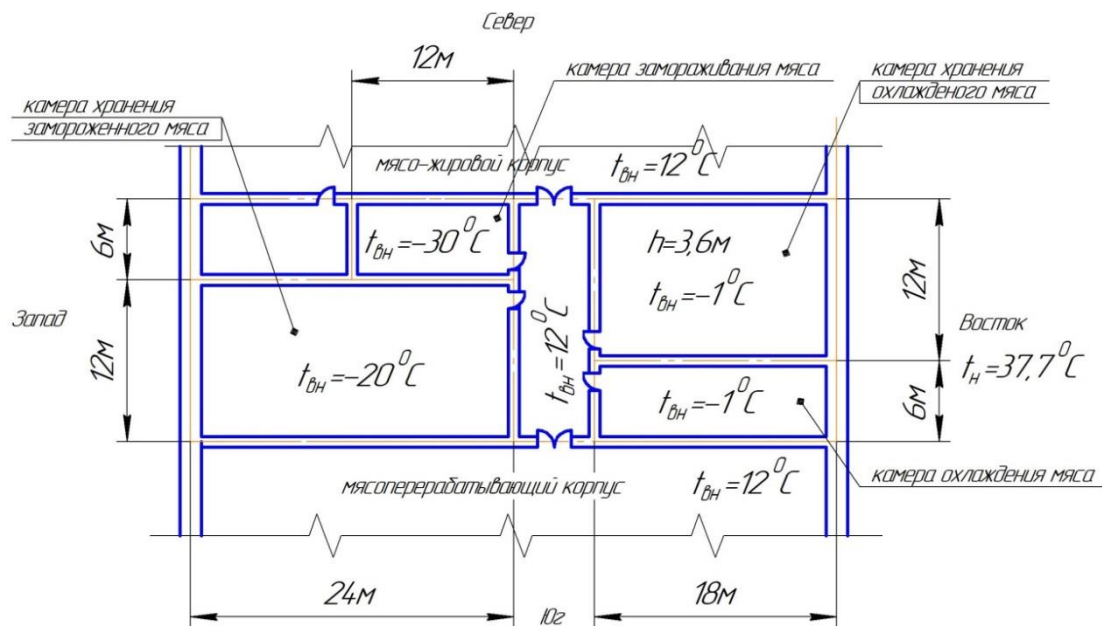


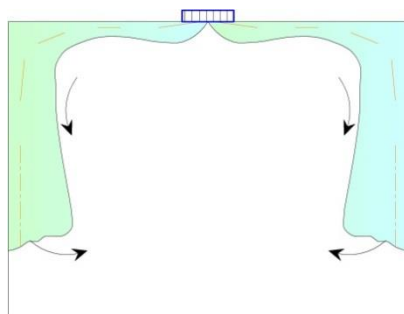
Рис. 1. План помещений холодильного блока

Таблица 1

Характеристика систем охлаждения камер холодильного блока

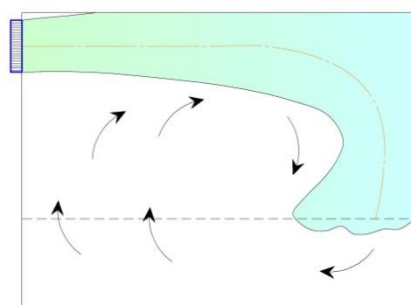
Назначение камеры	Вместимость, т	Холодильная нагрузка, кВт	Способ хранения мяса	Оборудование систем охлаждения
Охлаждение мяса	20	10,81	В подвешенном состоянии	Потолочные воздухоохладители и радиационные батареи
Замораживание мяса	10	9,38	В подвешенном состоянии	Межрядные потолочные воздухоохладители и пристенные батареи
Хранение охлажденного мяса	40	8,19	На стеллажах	Потолочные воздухоохладители
Хранение замороженного мяса	320	37,12	На стеллажах	Потолочные воздухоохладители

Требуемую схему циркуляции воздуха в камерах охлаждения замораживания обеспечивают двухпоточные воздухоохладители (рис. 2, а), так как они устанавливаются между подвесными путями. В камерах хранения продукции могут быть использованы как двухпоточные воздухоохладители, так и кубические воздухоохладители (рис. 2, б), которые монтируются у стен помещения.



сверху вниз настилающимися на потолок веерными струями

а



сверху вниз настилающимися на потолок струями

б

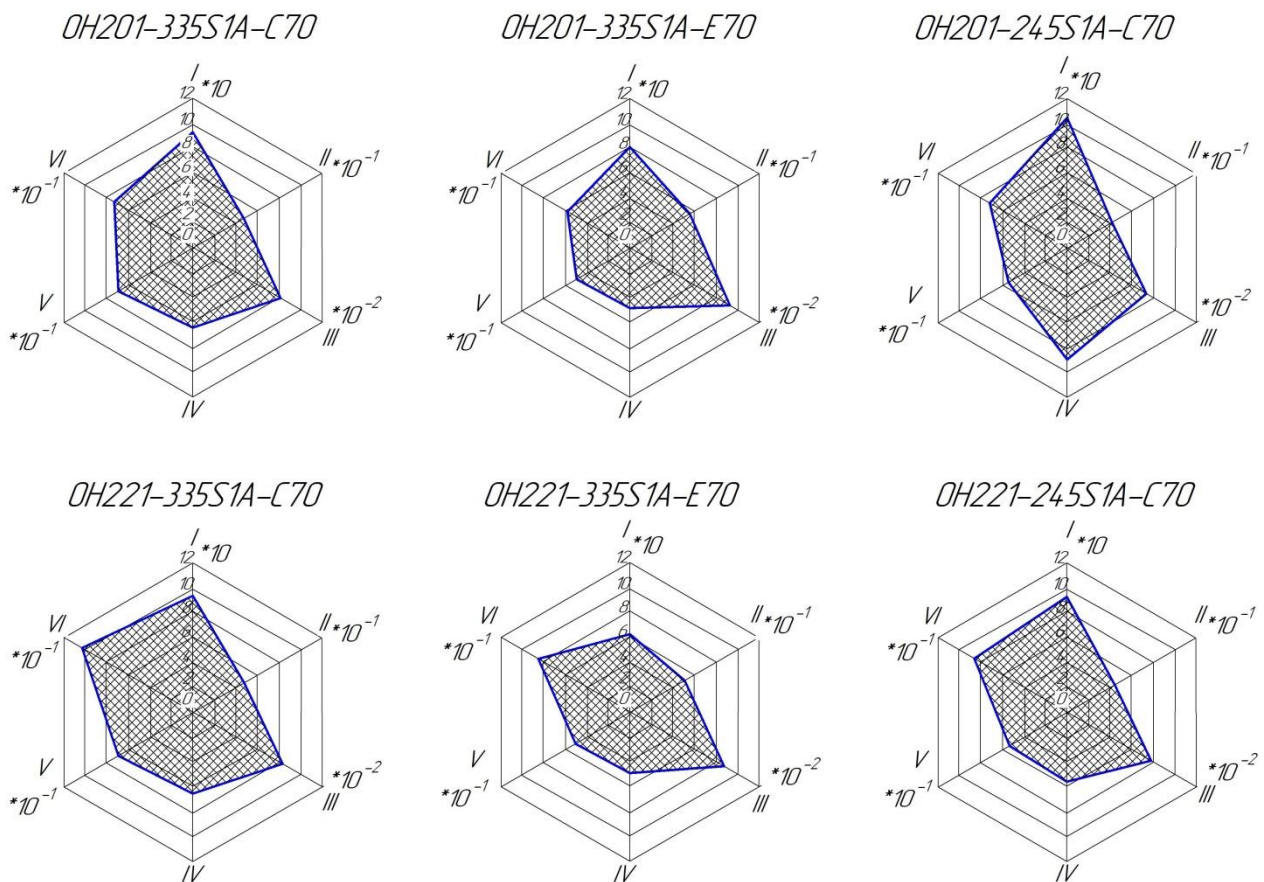
Рис. 2. Схемы циркуляции воздуха в охлаждаемых помещениях

Принимаем к установке для всех камер воздухоохладители компании «Остров» [4] – крупнейшего производителя торгового и промышленного холодильного оборудования в России и странах СНГ. По данным калорического расчета и методике, предлагаемой производителем [4], выбираем следующие варианты компоновки воздухоохладителей для камеры хранения замороженного мяса:

- 4 кубических воздухоохладителя ОН201-335S1A-C70;
- 3 кубических воздухоохладителя ОН201-335S1A-E70;
- 3 кубических воздухоохладителя ОН201-245S1A-C70;
- 4 двухпоточных воздухоохладителя ОН221-335S1A-C70;
- 3 двухпоточных воздухоохладителя ОН221-335S1A-E70;
- 3 двухпоточных воздухоохладителя ОН221-245S1A-C70.

Наиболее рациональный вариант выбирали сразу по нескольким техническим критериям. За критерии принимали такие удельные показатели как расход воздуха, площадь поверхности теплообмена, потребляемая мощность, уровень звукового давления, масса оборудования на 1 т обрабатываемой продукции в сутки. Для расчета данных величин использовали технические характеристики вышеуказанных воздухоохладителей [4]. По данным вычислений были выполнены лепестковые диаграммы в среде Microsoft Excel. Так как численные значения критериев отличались на три порядка, то было принято решение, построить их по целому числу стандартной формы записи.

Построенные диаграммы существенно отличались по конфигурации друг от друга, и определить какая из площадей будет минимальной или максимальной являлось затруднительным. Поэтому лепестковые графические зависимости были построены отдельно для каждого рассматриваемого воздухоохладителя. Полученные графики были экспортированы в универсальную систему автоматизированного проектирования КОМПАС-График, где все диаграммы были выполнены в одинаковом масштабе (рис. 3).



I – удельный расход воздуха, $\frac{\text{м}^3}{\text{час} \cdot \text{т} \cdot \text{сутки}}$; II – оснащённость приборами охлаждения, $\frac{\text{м}^2}{\text{т} \cdot \text{сутки}}$;
 III – удельный внутренний объём, $\frac{\text{дм}^3}{\text{т} \cdot \text{сутки}}$; IV – удельная потребляемая мощность, $\frac{\text{Вт}}{\text{т} \cdot \text{сутки}}$;
 V – удельный уровень звукового давления, $\frac{\text{Дб}}{\text{т} \cdot \text{сутки}}$; VI – удельные затраты металла, $\frac{\text{кг}}{\text{т} \cdot \text{сутки}}$

Рис. 3. Диаграммы удельных показателей воздухоохладителей в камере хранения замороженного мяса

Выполненные измерения показали, что наименьшая площадь диаграммы удельных показателей получается при использовании воздухоохладителя ОН201-335S1A-Е70. Соответственно, предпочтение следует отдать варианту компоновки с тремя кубическими воздухоохладителями ОН201-335S1A-Е70.

Аналогичным образом были проведены исследования и для оборудования трех остальных камер холодильного блока. Наиболее рациональный вариант компоновки воздухоохладителей в камере охлаждения также был определен посредством экспортирования построенных диаграмм в систему КОМПАС-График.

Лепестковые диаграммы удельных показателей воздухоохладителей в камерах замораживания и хранения охлажденного мяса по конфигурации получились сходственными друг другу, и поэтому наименьшая площадь фигуры была определена визуально при построении непосредственно в среде Microsoft Excel (табл. 2).

Таким образом, использование многокритериального метода позволяет выбрать вариант компоновки охлаждаемого оборудования, при котором обеспечивается наилучшее сочетание таких показателей как затраты энергетических ресурсов, металлоемкость и акустические данные.

Рациональные варианты компоновки воздухоохладителей
в помещениях холодильного блока

Назначение камеры	Вариант компоновки воздухоохладителей
Охлаждение мяса	1 двухпоточный воздухоохладитель OH221-145S1A-C70
Замораживание мяса	1 двухпоточный воздухоохладитель OH221-140S1A-G70
Хранение охлажденного мяса	2 кубических воздухоохладителя OH201-135S1A-E70
Хранение замороженного мяса	3 кубических воздухоохладителя OH201-335S1A-E70

Список литературы

1. Капустин И.В., Атанов И.В., Грицай Д.И. и др. Экономическая целесообразность повышения энергоэффективности холодильного оборудования на предприятиях АПК // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 1 (25). – С. 17-23.
2. Сязин И.Е., Касьянов Г.И. Современные проблемы и пути совершенствования холодильной техники и технологии // Холодильная техника. – 2018. – № 4. – С. 50-51.
3. Кондрашова Н.Г., Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки. – М.: Высш. шк., 1984. – 335 с.
4. Методика выбора воздухоохладителей [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ostrovcomplete.com/data/file/OH200/02Selection_guide/OH200-selection-RU.pdf.

<https://doi.org/10.26898/2026-318>
УДК 631.171

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОМБАЙНАМИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ, АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Цегельник А.П., канд. техн. наук, с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: sibime@sfsc.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу условий и особенностей уборки зерновых культур зерноуборочными комбайнами в экстремальных природно-климатических условиях Западной Сибири. Исследования выполнены на примере Новосибирской области, Алтайского края и Омской области. Установлено влияние влажности зерна и неблагоприятных погодных условий на потери продукции, коэффициенты технической готовности и использования комбайнов. Проведена экономическая оценка потерь урожая при нарушении оптимальных условий уборки. Полученные результаты могут быть использованы при обосновании технических и организационных решений в сельскохозяйственных предприятиях региона.

Ключевые слова: условия и особенности уборки, зерновые культуры, влажность зерна, потери зерна, экономическая оценка потерь, коэффициенты технической готовности, использование комбайнов

Введение. Зерновое производство является одной из базовых отраслей агропромышленного комплекса Западной Сибири. Эффективность уборки зерновых культур в значительной степени определяется природно-климатическими условиями, которые для рассматриваемых регионов носят экстремальный характер. Краткость уборочного периода, высокая повторяемость осадков и пониженные температуры обуславливают необходимость адаптации технологий и технических средств уборки.

Целью настоящей работы является анализ влияния экстремальных условий эксплуатации на показатели работы зерноуборочных комбайнов и обоснование направлений повышения эффективности уборочных работ.

Природно-климатические условия уборки зерновых культур. Новосибирская область, Алтайский край и Омская область относятся к зоне рискованного земледелия. Период уборки зерновых культур ограничен 25–40 сутками, а в отдельные годы сокращается до 18–22 суток. В этот период наблюдаются значительные колебания температуры воздуха, неравномерное распределение осадков и повышенная влажность зерна [1, 2].

Средняя температура воздуха в период уборки составляет +6...+14 °С, количество осадков достигает 35–65 мм, а влажность зерна при поступлении в молотильный аппарат зерноуборочного комбайна нередко превышает 20–22 %. Указанные факторы оказывают существенное влияние на технологический процесс уборки [3] (рис. 1).

Влияние условий эксплуатации на показатели работы комбайнов. Для оценки эффективности эксплуатации зерноуборочных комбайнов использованы коэффициент технической готовности Ктг, коэффициент использования сменного времени Кисп и фактическая производительность [4].

Коэффициент технической готовности определяется по выражению:

$$Ктг = Тр / (Тр + Тпр),$$

где Тр – время работы комбайна, ч; Тпр – время простоев по техническим причинам, ч.

Коэффициент использования сменного времени:

$$Кисп = Тр / Тсм,$$

где Тсм – продолжительность смены, ч.

Фактическая производительность комбайна:

$$Wф = В \cdot v \cdot \eta \cdot Кисп.$$

Анализ эксплуатационных данных показал, что при ухудшении погодных условий коэффициент технической готовности снижается на 10–18 %, а фактическая производительность – на 15–30 % [5].

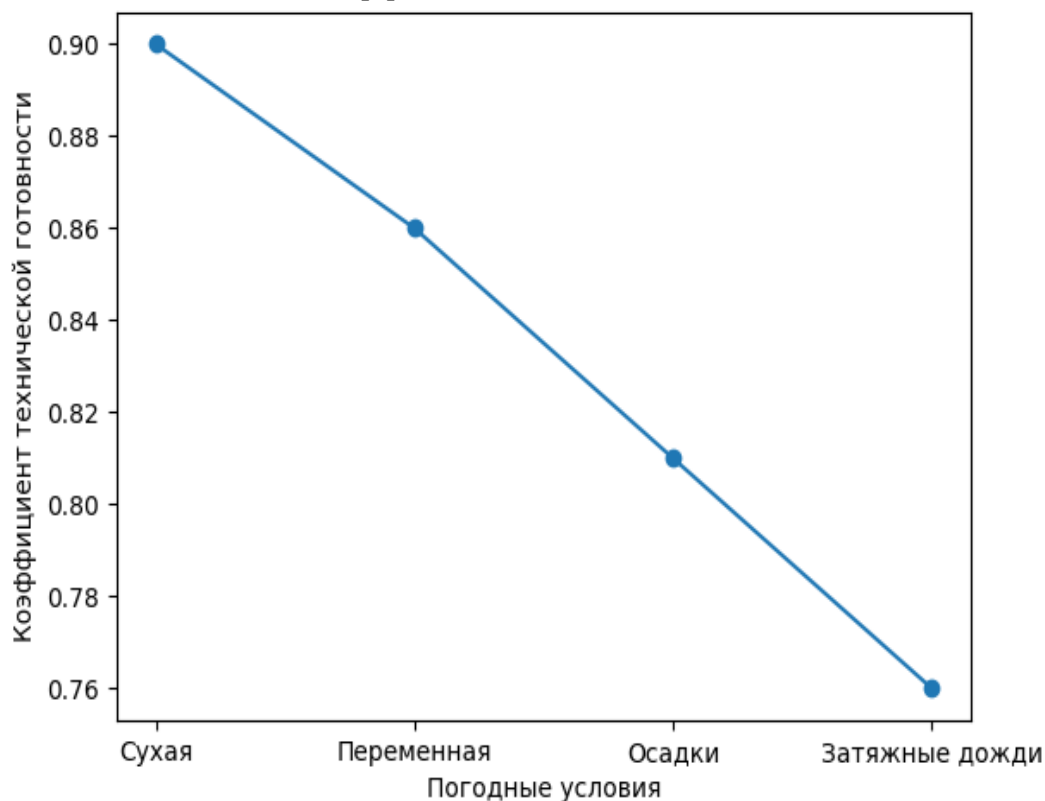


Рис. 1. Зависимость коэффициента технической готовности (Ктг) от погодных условий

Потери зерна и их экономическая оценка. Потери зерна в экстремальных условиях формируются вследствие повышения влажности зерна, полегания посевов и вынужденного нарушения оптимальных сроков уборки. При увеличении влажности зерна с 16 до 24 % общие потери возрастают в среднем с 2,4 до 6,2 %.

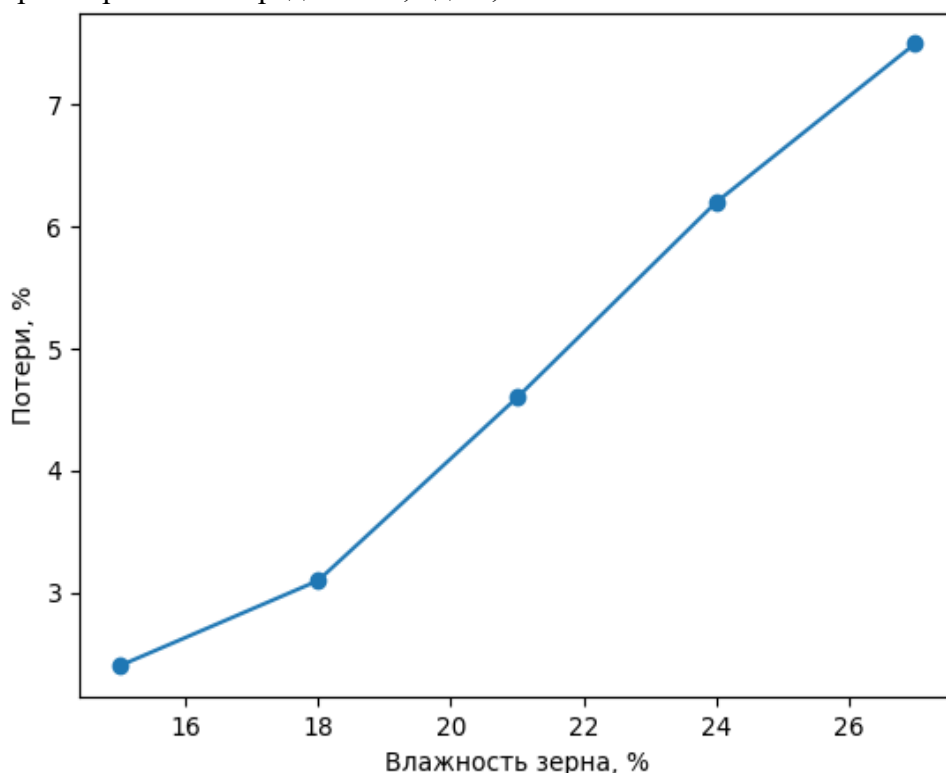


Рис. 2. Зависимость потерь зерна от его влажности

Экономическая оценка потерь выполнена исходя из средней урожайности 2,5 т/га и средней закупочной цены зерна 12 тыс. руб./т. В этом случае дополнительные потери при увеличении потерь на 3,8 % составляют:

$P_z = 2,5 \cdot 0,038 \cdot 12\,000 = 1\,140$ руб./га. Например: рис. 2.

При площади уборки 3 000 га суммарный экономический ущерб превышает 3,4 млн руб., что подтверждает высокую значимость своевременной и качественной уборки.

Структура простоев зерноуборочных комбайнов. Анализ структуры простоев показал, что наибольшая их доля приходится на неблагоприятные погодные условия (до 34 %) и технические неисправности (около 29 %).

Существенную часть занимают простои, связанные с техническим обслуживанием и регулировками, что указывает на необходимость повышения эксплуатационной надёжности техники. Например: рис. 3.

Направления повышения эффективности уборки. Повышение эффективности уборки зерновых культур в условиях Западной Сибири целесообразно обеспечивать за счёт адаптации технических средств к условиям эксплуатации, применения специализированных жаток для уборки полеглых хлебов, оптимизации режимов работы молотильно-сепарирующих устройств и совершенствования организации уборочных работ с учётом краткосрочных метеорологических прогнозов.

Заключение. Экстремальные природно-климатические условия Западной Сибири оказывают существенное влияние на показатели работы зерноуборочных комбайнов. Установлено, что повышение влажности зерна и ухудшение погодных условий приводят к росту потерь и снижению коэффициентов Ктг и Кисп. Проведённая экономическая оценка подтверждает значительные финансовые потери при нарушении оптимальных условий

уборки. Полученные результаты могут быть использованы при разработке мероприятий по повышению эффективности уборочных работ.

Структура простоев зерноуборочных комбайнов

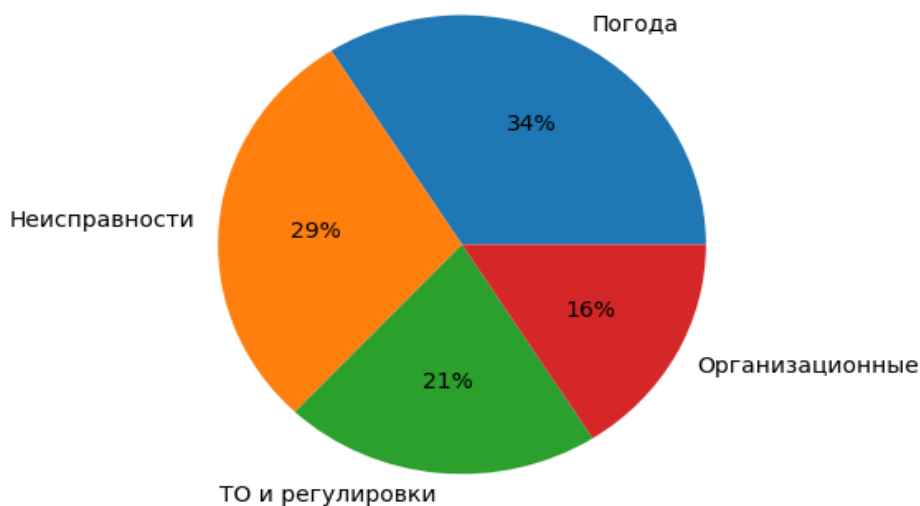


Рис. 3. Структура простоев зерноуборочного комбайна

Список литературы

1. Зангиев А.А., Шарипов В.М. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 2018.
2. Федоренко В.Ф. Машинно-тракторный парк сельского хозяйства. – М.: Росинформагротех, 2019.
3. Костенко М.Ю. Эксплуатация зерноуборочных комбайнов в условиях Сибири. – Новосибирск, 2020.
4. ГОСТ 28305–2015. Машины сельскохозяйственные. Показатели надежности.
5. Официальные отчёты Минсельхоза РФ по уборке зерновых культур в регионах Западной Сибири, 2018–2023 гг.

<https://doi.org/10.26898/2026-319>
УДК 631.354:631.12

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНИШНЫХ СТАДИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА

**Чемоданов С.И., с.н.с.,
Бурлаков Ю.В., с.н.с.**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: sichsibime@yandex.ru

Аннотация. Эффективность финишных стадий производства зерна зависит от наличия информационного обеспечения, включающего результаты бракеража отдельных технологических операций. Выявлен перечень базовых агротехнических показателей, знание которых позволяет зернотоваропроизводителю своевременно принимать обоснованное управленческое решение. Приведено дискуссионное предложение, касающееся либеризации допустимого уровня отдельных агротехнических показателей в пределах агропредприятия.

Ключевые слова: информационное обеспечение, агротехнические показатели, уборка урожая зерновых культур, послеуборочная обработка зерна, выбор технических средств

Информационное обеспечение финишных стадий производства зерна предполагает в первую очередь сбор первичной информации. Первичная информация, включающая агротехнические показатели, должна отражать качество выполнения технологических операций. После получения необходимых значений агротехнических показателей проводится их анализ и сравнительная оценка. Данная процедура выполняется для принятия обоснованных управленческих решений, направленных на повышение эффективности функционирования уборки и послеуборочной обработки урожая в виде первичной информации.

К выполнению отдельных операций данных технологий сформированы также определённые пункты исходных требований и действующий нормативно-справочный материал [1-3]. Негативные отклонения операционных агротехнических показателей от регламентируемых значений снижают в целом эффективность проведения финишных стадий процесса производства зерна. В связи с этим для повышения эффективности производства зерна необходим регулярный мониторинг базовых агротехнических показателей, отражающих качество выполнения отдельных технологических операций уборки и послеуборочной обработки урожая зерновых культур.

Начальным этапом мониторинга агротехнических показателей является предуборочная агрооценка хлебостоя. Необходимые показатели агрооценки определяются в периоды подготовки хлебостоя к уборке (формирование обкосов, прокосов), а также непосредственно уборки. К базовым показателям агрооценки следует отнести урожайность, размерные характеристики, влажность компонентов, густоту, полёглость и засорённость стеблестоя. Засорённость хлебостоя желательно определять выше и ниже предполагаемой высоты среза, фиксируя при этом отдельно вегетативную и семенную часть сорных растений. Для обоснования высоты среза необходима оценка ярусности расположения продуктивной части урожая. В зависимости от назначения, урожайности, состава и состояния хлебостоя производится выбор способа уборки и необходимых технических средств.

Для достоверной оценки агротехнических показателей агропредприятие должно иметь агрохимлабораторию с соответствующим приборным обеспечением. В комплектации лаборатории для получения оперативной первичной информации должна быть мобильная аппаратура для проведения экспресс-анализов в поле.

Основным фактором проведения уборки сельскохозяйственных растений являются метеорологические условия. Поэтому следующим инструментарием для сбора первичных данных информационного обеспечения является метеостанция, находящаяся в зоне агропредприятия. Качество выполнения технологической операции зависит от множества факторов. Поэтому в момент анализа полученных агротехнических показателей технологической операции необходимо выявлять их взаимосвязь с результатами ранее проведённого бракеража, фиксируя, при этом, параметры и установленные регулировки технических средств. Выявление корреляционной взаимосвязи позволяет зернотоваропроизводителю принять обоснованное управленческое решение для повышения эффективности финишных стадий его производства зерна.

Наиболее значимыми в структуре агротехнических показателей качества выполнения технологических операций финишных стадий процесса производства зерна являются поэтапные значения состава обработанного материала и потерь полноценного зерна [1-5]. Особое место в данной структуре занимает состав бункерного зерна, так как полученное значение предопределяет управляющее воздействие на процессы функционирования, как уборки, так и послеуборочной обработки зерна. Для актуализации необходимости данного показателя следует отметить, что в последних моделях зерноуборочных комбайнов

Ростсельмаша конструктивно предусмотрены технические устройства для оперативного отбора проб бункерного зерна.

Следует отметить, что законодательный статус нормированных агротехнических требований в рыночных условиях изменился. Поэтому зернотоваропроизводитель вправе корректировать уровень отдельных регламентируемых требований. Данное дискуссионное предложение касается увеличения допустимых уровней потерь полноценного зерна в разумных пределах и содержания семян сорных растений в бункерном зерне пределах агропредприятия. Либерализация приведённых нормируемых требований позволит повысить номинальную производительность технических средств и улучшить экологические показатели производства зерна соответственно. Следует отметить, что последний ожидаемый положительный хозяйственный эффект возможен при наличии в агропредприятии развитой системы очистки зерна.

Перед хранением некондиционного по влажности зерна производится его сушка. Начальная влажность основного продукта обмолота определяет стадийность, режимы и место расположения сушки в технологической цепочке послеуборочной обработки зерна. Следует отметить, что негативное влияние на процесс хранения оказывает неравномерная влажность зернового материала, прошедшего сушку. Для гарантированного сохранения качества зерна, особенно при наличии неравномерной влажности, необходима его перевалка в период хранения. Периодичность проведения данной операции должна быть регламентирована в зависимости от различных способов хранения и влажности зерна.

Информационное обеспечение финишных стадий производства зерна позволяет зернотоваропроизводителю своевременно выявить снижение качественных показателей основного продукта обмолота и принять обоснованные управленческие решения, направленные на повышение эффективности функционирования уборки и послеуборочной обработки урожая в виде первичной информации.

Список литературы

1. Елизаров В.П., Антышев Н.М., Бейлис В.М. и др. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: Росинформагротех, 2005. – 272 с.
2. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Торопов В.Р. и др. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири. – М.: Росинформагротех, 2011. – 176 с.
3. Рзаева В.В., Кисилёва Т.С., Фисунов Н.В. Агротехнический бракераж в земледелии: учеб. пособие. - Тюмень, 2023. – 140 с.
4. Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В. К методике оценки состава бункерного зернового вороха // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2023. – С. 167–169.
5. Эффективное использование зерноуборочной техники в условиях Сибири: рекомендации / РАСХН; Сиб. отд-ние; ГНУ СибИМЭ. – Краснообск, 2003. – 84 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЛЕЙ ХЛОПЧАТНИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Шаммедов М.Н., канд. техн. наук

Туркменский сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова, Ашхабад, Туркменистан
e-mail: sagitarius80@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы совершенствования технологии основной обработки почвы в хлопководстве за счет эффективной утилизации пожнивных остатков. Обоснована значимость измельчения стеблей хлопчатника как фактора, ускоряющего их разложение в почве и повышающего урожайность культуры. Приведены результаты исследований влияния размеров фракций измельченной массы на скорость минерализации и механическую прочность стеблей при заделке в почву. Представлена конструкция разработанного измельчителя, включающего режущий узел с ножами, и проанализированы его рабочие параметры, такие как частота вращения ротора и скорость движения агрегата. Установлено, что применение данного технического решения обеспечивает качественное измельчение и равномерное распределение растительных остатков, что снижает тяговое сопротивление при последующей зяблевой вспашке и способствует сохранению почвенного плодородия в условиях Туркменистана.

Ключевые слова: хлопководство, измельчитель стеблей, зяблевая вспашка, минерализация, ножевой узел, механизация сельского хозяйства, плодородие почвы, эффективность обработки

Одной из самых трудоёмких и энергозатратных операций в хлопководстве является основная (зяблевая) обработка почвы. Эффективность и своевременность этого процесса напрямую зависят от качества уборки хлопчатниковых стеблей. Современная агротехнология, применяемая на полях, не поражённых болезнями, такими как гоммоз и вилт, включает в себя измельчение стеблей с последующим равномерным разбрасыванием измельчённой массы по полю. Затем эту массу глубоко заделывают в почву вместе с минеральными удобрениями во время зяблевой вспашки [1, 2].

Такой подход, в сочетании с внесением органических и минеральных удобрений, не только способствует увеличению урожайности хлопчатника (дополнительно до 4,0 ц/га), но и значительно ускоряет подготовку полей к последующей вспашке.

Продолжительные исследования, проведённые учёными, показывают, что степень разложения стеблей в почве напрямую зависит от их измельчения и размеров фракций. Например, отрезки длиной 5 см практически полностью разлагались за 6 месяцев. В одном из экспериментов, уже через месяц после заделки на глубину 30 см, стебли длиной 5 см разложились на 32,9%, тогда как отрезки длиной 10 см — только на 21,8% [2]. При этом их механическая прочность составляла 0,193 и 0,260 Н/мм² соответственно. Удивительно, но отрезки длиной 6–12 см за полгода разложились лишь на 73–76%.

Добавление навоза к измельчённым стеблям (в пропорции 30% от массы стеблей) значительно ускоряло процесс компостирования: температура смеси поднималась до 35 °С для крупно измельчённых стеблей и до 68 °С для мелко измельчённых [2-5].

В связи с этим для повышения эффективности работы измельчителей необходимо разработать и обосновать ключевые параметры такого аппарата, который сможет обеспечить высокое качество измельчения и расщепления стеблей даже при повышенных рабочих скоростях (до 15 км/ч), полностью соответствуя агротехническим требованиям.

Агротехнические требования к измельчителям хлопчатниковых стеблей предусматривают их использование в осенне-зимний период, после полного сбора урожая хлопка-сырца. В это время растения представляют собой прямостоящие, наклонённые или частично сломанные стебли, на которых могут оставаться листья и коробочки.

Под воздействием дефолиантов и резких перепадов температур стебли, как правило, высыхают и становятся хрупкими, но могут быть и влажными, и эластичными. Мелкие боковые корешки отмирают, оставляя только главный стержневой корень, толщина которого у корневой шейки достигает 5–25 мм. По мере заглубления корень сужается и заканчивается на глубине 0,25–0,30 м тонким корешком диаметром 1,5–2 мм. Стебли имеют конусообразную форму.

Высота стеблей у средневолокнистых сортов колеблется от 0,8 до 1,2 м, а у тонковолокнистых может достигать 1,5 м. Содержание влаги в стеблях составляет от 25 до 70%. В гнёздах обычно растёт 2–4 растения, а общая плотность стояния достигает 80–150 тыс. растений на гектар.

Влажность корня напрямую зависит от влажности почвы и варьируется от 50 до 70%. В этот период метеорологические условия могут быть сложными, с частыми осадками и понижением температуры до $-5...-6^{\circ}\text{C}$, а в северных регионах — и значительно ниже.

К качественным показателям работы измельчителя предъявляются следующие требования:

- машина должна измельчать $90 \pm 5\%$ стеблей на отрезки длиной до 0,1 м;
- если влажность стеблей превышает 60%, допускается содержание фракций длиной до 0,1 м – 75%, и длиной до 0,15 м – 25%;
- равномерность разбрасывания измельчённой массы по ширине захвата не должна превышать $\pm 12\%$;
- залипание рабочих органов почвой или наматывание на них растительных остатков недопустимо;
- агрегат должен быть совместим с тракторами тягового класса не выше 14 кН.

История механизации уборки хлопчатника началась в 1937 году с машины «ГЖ», а затем «ГУМ» и «КС-4», которые имели низкие показатели из-за ненадёжности и больших потерь. В 1966 году появились корчеватели-валкоукладчики КВ-4 и КВ-3,6, обеспечивавшие высокую полноту корчевания (до 99%), но требовавшие дополнительной техники для вывоза стеблей.

Для объединения операций были созданы корчеватели-измельчители. Первые модели (Г-1, СУ-1, КИР-2,1) оказались неэффективными из-за высокой стерни и загрязнения массы землей. Позднее были разработаны КИВ-4 и УКИ-4, однако они не получили массового внедрения из-за сложности и частых поломок. Использование кормоуборочных комбайнов (КПИ-2,4, КСК-100) давало высокую производительность, но приводило к быстрому износу жаток [6-8].

В 1990 году был предложен агрегат КИЗ-90, который за один проход корчевал, измельчал и заделывал стебли в борозды, что помогало бороться с вилтом и улучшало структуру почвы. Зарубежный опыт (Судан, США, Израиль) представлен машинами для сжигания, роторного измельчения или захоронения стеблей (USM), однако они часто отличаются высокой металлоемкостью и низкой производительностью [7, 8].

Таким образом, анализ существующих решений привёл к выводу, что наиболее эффективным подходом является создание одной машины, которая выполняет все операции за один проход: корчевание, сбор, измельчение и разбрасывание измельчённых стеблей по полю.

Для решения вышеупомянутых проблем в сельскохозяйственном обществе имени Героя Туркменистана С. Розметова этрапа им. С.А. Ниязова Дашогузского велаята был сконструирован и успешно испытан новый измельчитель с упрощённой конструкцией. Это устройство получило патент (№ 13/I01244 от 29.09.2014) и название ИСХ-3,6 [9].

Экспертная комиссия, созданная Министерством сельского хозяйства Туркменистана, провела научно-исследовательские испытания и подтвердила его эффективность, порекомендовав для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство [10].

Техническая задача изобретения заключалась в создании измельчителя, который бы обеспечивал многоярусную рубку надземной части хлопчатника, превращая её в мелкие элементы и фракции.

Измельчитель ИСХ-3,6 представляет собой навесное устройство, которое крепится к трактору и может опускаться для работы или подниматься для транспортировки. Корпус, открытый спереди и снизу, разделён на две полости, в каждой из которых вертикально установлен приводной вал с съёмными ножевыми узлами. Каждый узел состоит из двух оппозитно расположенных ножей, которые вращаются от привода. Привод осуществляется через ременные передачи и редуктор, соединённый с валом отбора мощности трактора.

Для обеспечения скольжения по грунту боковые стенки корпуса оснащены металлическими полозьями.

Технический результат достигается за счёт повышения качества очистки полей под зяблевую пахоту и эффективности измельчения хлопчатниковых стеблей.

При движении трактора с опущенным измельчителем, вращающиеся ножи перерубают стебли хлопчатника. Части растений увлекаются в корпус, где под действием вихревых воздушных потоков перемещаются по окружности, попадая под повторное действие ножей. В результате стебли превращаются в мелкие фракции, которые выбрасываются из корпуса и равномерно опадают на землю. Ширина корпуса составляет 360 см, что позволяет обрабатывать четыре ряда хлопчатника с междурядьем 90 см.

Опытный образец успешно прошёл испытания на полях сельскохозяйственного общества им. С. Розметова. Было установлено, что процесс измельчения не влияет на скорость движения трактора. Фактически, измельчение происходит без снижения скорости.

Патентный анализ подтвердил, что данное техническое решение обладает «новизной» и «изобретательским уровнем», поскольку не было найдено аналогичных устройств, которые бы сочетали в себе измельчение стеблей с одновременным равномерным разбрасыванием по полю измельчённой массы. Предложенная совокупность признаков обеспечивает своевременную и качественную очистку полей под зяблевую пахоту, что выгодно отличает это устройство от известных аналогов.

Промышленная применимость изобретения доказана, так как оно может быть изготовлено с использованием существующих технологий в области сельскохозяйственного машиностроения.

По результатам испытаний, измельчитель ИСХ-3,6 показал высокую техническую надёжность. Он успешно агрегируется с трактором МТЗ-80Х, надёжно выполняет технологический процесс и соответствует всем эксплуатационно-технологическим и агротехническим показателям.

Список литературы

1. Яшева Е.Я. Глубина и технология запашки измельчённой гуза-пай в качестве органического удобрения под хлопчатник // Тр. Ин-та САИМЭ. – 1969. – Вып. 5. – С. 27-48.
2. Яшева Е.Я. Исследование технологии измельчения и компостирования стеблей хлопчатника // Тр. Ин-та САИМЭ. – 1981. – Вып. 21. – С. 108-115.
3. Мустафаев М.Г. Влияние норм минеральных и органических удобрений на продуктивность хлопчатника // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. - 2011. - Вып. 9. - С. 567-572.

4. Рахимов А. Исследование технологического процесса и параметров машин для приготовления и внесения органоминеральных удобрений в условиях Средней Азии: автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Ташкент, 2003. - 20 с.
5. Хамзин С.С. Руководство по применению лучшей практики возделывания сельскохозяйственных культур на демонстрационном участке. - Бериуни, 2009. - 7 с.
6. Валиев М., Хусанов Я., Губайдуллин Ф.Н. Использование кормоуборочных комбайнов КУФ-1,8 и КПИ-2,4 на уборке и измельчении гуза-пай // Механизации хлопководства. - 1983. - № 3. - С. 11-13.
7. Osman M.S., Zubeir A.E. Mechanization of cotton stalk clearance // World crops. - 1973. - Vol. 25. - No. 4. - P. 174-175.
8. Pothekary B.P., Ofield R.J. Destruction of old cotton for pest and disease control // World crops. - 1968. - Vol. 20. - No. 6. - P. 39-43.
9. Şammedow M.N., Daňatarow A., Aşyrow S.Ç., Muhammetmyradow K., Rustamow S. Gowaça çöpüni çarup kerçeýän maşyn. Türkmenistanyň ykdysadyýet we ösüş ministrliginiň intellektual eýeçilik boýunça döwlet gullugy. № 616 oýlap tapyşyň çäklendirilen patenti. (№ 13/I01244, 29.09.2014ý.).
10. Шаммедов М.Н. Совершенствование технологии и конструкции измельчителя стеблей хлопчатника // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. - Рязань, 2014. - Вып. 11.

<https://doi.org/10.26898/2026-321>
УДК 631.363.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СИБИРИ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛОТКОВЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

**Шаповалов Д.В., канд. техн. наук,
Журавель М.Л., аспирант**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: zhuravelml@sfsca.ru

Аннотация. Представлены результаты комплексного исследования эксплуатационных параметров и технологической эффективности лотковых зерносушилок в условиях агропромышленного комплекса Сибири. На основе анализа агроклиматических рисков и статистики валовых сборов установлена критическая зависимость сохранности зерновых ресурсов региона от производительности сушильного оборудования. Методом систематизации разработана оригинальная многофакторная классификация лотковых сушилок, интегрирующая критерии режима работы, типа теплоносителя, гидродинамики процесса и мобильности. На примере лотковой селекционной сушилки ВИМ СЛ-0,3×2 выполнен детальный технологический и энергетический анализ, подтвердивший ее высокую эффективность для малых форм хозяйствования с точки зрения сохранения посевных кондиций и удельных затрат. В работе впервые для условий Сибири количественно оценена доля энергозатрат на сушку (60-70%) в общей структуре себестоимости послеуборочной обработки. Научная новизна исследования заключается в обосновании приоритетных направлений модернизации парка сушилок, включающих внедрение систем рекуперации тепла, комбинированных источников энергии и адаптивных систем автоматического

управления. Полученные результаты формируют научно-техническую основу для разработки ресурсосберегающих технологий сушки в регионе.

Ключевые слова: лотковые сушилки, энергоэффективность, послеуборочная обработка зерна, классификация, агроклиматические риски, модернизация, Сибирь, качество зерна

Введение. Интенсификация уборочных работ в Сибири с использованием высокопроизводительных комплексов создает дисбаланс между объемами поступающего зернового вороха и пропускной способностью линий послеуборочной обработки, «узким местом» которых является сушка [1, 2]. В Новосибирской области проблема усугубляется агроклиматическими рисками (высокая влажность зерна до 22–25% в период уборки). При ежегодном валовом сборе свыше 2,5 млн т до 45% объема требует немедленной сушки.

Энергозатраты на послеуборочную обработку в типовых хозяйствах достигают 60–70% от общих, при этом до 80% энергии приходится на сушку. Следовательно, энергоэффективность сушильного оборудования определяет экономическую устойчивость зернопроизводства. Согласно ГОСТ 9353-2016, для сохранности пшеницы конечная влажность (W_k) не должна превышать 14% (6 мес) или 13% (12 мес). Нарушение режимов сушки (нагрев зерна 45–60 °С и последующее охлаждение ведет к потере качества зерна).

В этих условиях лотковые сушилки представляют интерес для сибирских хозяйств. Их принцип действия (продув статического слоя) потенциально обеспечивает низкую травмируемость зерна и равномерность сушки, что важно для семенного материала.

Материалы и методы. В основу работы положены методы системного анализа, классификации и сравнительного технико-экономического оценивания. Сбор эмпирических данных осуществлялся на основе:

1. Открытой статистики Минсельхоза Новосибирской области и Росстата (валовые сборы, климатические данные).
 2. Результатов натурных обследований и экспертных интервью в 5 сельхозпредприятиях региона.
 3. Анализа технической документации и патентных источников на сушильное оборудование (более 15 ед.).
 4. Методик расчета энергозатрат, изложенных в работах [2, 7, 8].
- Классификация разработана методом таксономического анализа с выделением определяющих признаков.

Анализ эксплуатационных характеристик сушильного оборудования

Анализ технологических и энергетических аспектов сушки в регионе. Наша оценка подтвердила, что проблема носит системный характер. Помимо высокого процента влажного зерна, выявлена *существенная изношенность парка сушилок* (более 60% оборудования эксплуатируется свыше 15 лет), что приводит к перерасходу топлива на 20–30% относительно паспортных данных. Удельные затраты на сушку 1 т зерна с влажности 20% до 14% в зависимости от типа сушилки и топлива колеблются от 350 до 600 руб., что составляет значительную часть себестоимости.

Разработанная классификация лотковых зерносушилок

Предлагаемая классификация (рис. 1) включает взаимодополняющие критерии. Это позволяет осуществлять адресный подбор оборудования под конкретные производственные задачи агропромышленного комплекса (АПК) Сибири.

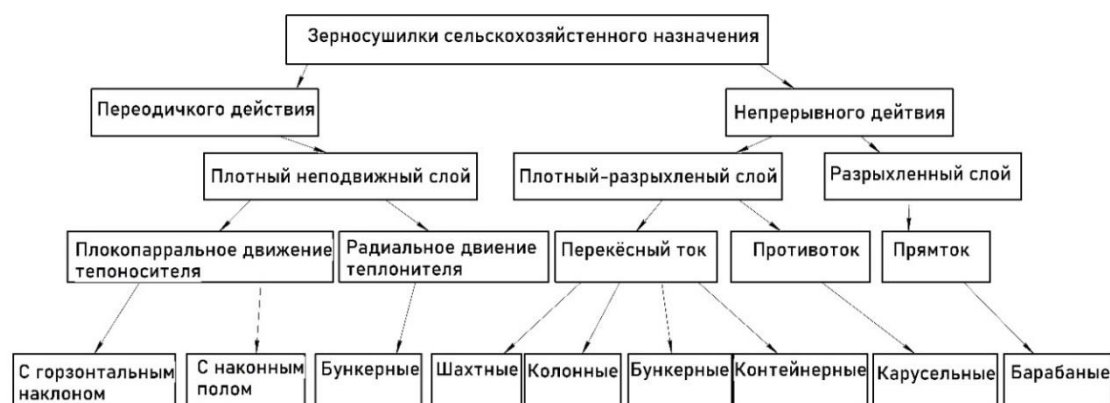


Рис. 1. Классификация сельскохозяйственных зерносушилок

Структура классификации основана на следующих основных признаках:

1. По режиму действия:

Периодического действия: Процесс сушки выполняется циклами (партиями).

Непрерывного действия: Зерно движется через сушилку, а процесс сушки происходит постоянно.

2. По состоянию зернового слоя и направлению движения теплоносителя:

Для сушилок периодического действия характерен плотный неподвижный слой зерна и плоскопараллельное движение теплоносителя. Указывается подтип: с горизонтальным наклоном (вероятно, для организации самотечного перемещения зерна или улучшения условий сушки).

Для сушилок непрерывного действия используется плотно-разрыхленный слой зерна (сочетание неподвижного и перемешиваемого слоя) и радиальное движение теплоносителя (через слой с периферии к центру или наоборот).

3. По конструктивному исполнению (для непрерывного действия): Представлен широкий спектр конструкций, адаптированных для работы с плотно-разрыхленным слоем и радиальным потоком:

Преимущества предлагаемой классификации для АПК Сибири:

1. Системность: Совместное использование ключевых критериев (режим работы, аэродинамика, конструкция) дает комплексное описание сушилки.

2. Практическая направленность: позволяет не просто идентифицировать тип сушилки, но и связать его с технологическими возможностями (производительность, равномерность сушки, бережное обращение с зерном).

3. Адресный подбор: Учитывая специфику сибирского АПК (большие объемы зерна, короткий уборочный сезон, требования к энергоэффективности),

Данная классификация помогает выбрать оптимальный тип сушилки:

1. Для небольших хозяйств или элитных семян – могут подойти сушилки периодического действия.

2. Для крупных предприятий с потоковой обработкой – приоритетом являются различные типы сушилок непрерывного действия (например, шахтные, колонные, барабанные).

3. Развитие существующих схем: Классификация дополняет и структурирует известные подходы, выделяя актуальные для региона конструктивные особенности (например, радиальное движение теплоносителя в различных исполнениях).

Таким образом, данная схема служит эффективным инструментом для технологического и технико-экономического обоснования выбора зерносушильного оборудования в условиях Сибири [4].

Анализ применимости лотковой сушилки ВИМ СЛ-0,3×2 в условиях малых предприятий

Анализ лотковой сушилки ВИМ СЛ-0,3×2 как модели в контексте малых хозяйств. Данная установка (рис. 2) выбрана в качестве репрезентативного образца оборудования периодического действия для селекционно-семеноводческих задач. На основе анализа ее технических характеристик и принципиальной схемы (рис. 3) выделены ключевые преимущества для сибирских условий:



Рис. 2. Лотковая селекционная сушилка ВИМ СЛ-0,3×2

1. *Технологическая сохранность посевных качеств.* Статический слой на лотках и перпендикулярный продув исключают механическое травмирование, сохраняя 99,5% всхожести семян (по данным паспорта).

2. *Энергетическая адаптивность.* Конструкция допускает работу на различных теплоносителях (газ, дизель, электричество), что критически важно для удаленных районов.

3. *Операционная эффективность.* Цикл сушки партии 0.3 т с W 20% до W 14% составляет около 2,5-3 часов при удельном расходе тепловой энергии ~ 5000-5500 кДж/кг испаренной влаги, что соответствует среднерыночным показателям для данного класса [8].

4. *Модульность и ремонтпригодность.* Простая компоновка (теплогенератор, камера с лотками, вентиляторная группа) обеспечивает низкую стоимость обслуживания и возможность легкого масштабирования производительности путем добавления секций.

Перспективные направления модернизации

На основании выявленных проблем и анализа классификации сформулированы приоритеты развития сушильного парка:

1. *Внедрение систем рекуперации тепла* от уходящего влажного агента сушки. Модельные расчеты показывают потенциальную экономию энергоносителей до 15-20%.

2. *Разработка гибридных (комбинированных) источников нагрева*, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – солнечные воздушные коллекторы, биогаз – для предварительного подогрева или работы в межпиковые периоды.

3. *Создание модульных и мобильных комплексов* на основе лоткового принципа для кооперативного использования несколькими малыми хозяйствами.

4. *Глубокая автоматизация* на основе АСУ ТП с датчиками онлайн-контроля влажности и температуры, позволяющая оптимизировать режимы в реальном времени и минимизировать влияние человеческого фактора [6].

Выводы

1. Установлена и количественно подтверждена острая потребность АПК Новосибирской области в высокоэффективном сушильном оборудовании, обусловленная агроклиматическими условиями и высокой долей энергозатрат (60-70%) в себестоимости послеуборочной обработки.

2. Впервые для сибирского региона предложена расширенная многофакторная классификация лотковых зерносушилок по 4 ключевым признакам, служащая инструментом для научно обоснованного выбора и проектирования оборудования.

3. Доказана технологическая и экономическая целесообразность применения лотковых сушилок периодического действия (типа ВИМ СЛ-0,3×2) для малых и селекционных хозяйств Сибири, обеспечивающих сохранение качества зерна при приемлемых удельных затратах.

4. Определены научно-технические приоритеты модернизации: рекуперация тепла, гибридизация источников энергии, модульность и автоматизация. Реализация данных направлений позволит снизить энергоемкость процесса сушки на 20-25% в среднесрочной перспективе.

5. Результаты работы составляют основу для разработки региональных программ технического перевооружения и могут быть использованы при создании новых энергоэффективных моделей сушилок, адаптированных к специфике Сибири.

Список литературы

1. Авдеев А.В. Состояние и перспективы развития зерносушильной техники // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2005. – Т. 11. – № 1. – С. 161-168.
2. Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. / отв. ред. А.В. Якименко. – Благовещенск, 2015. – Вып. 22. – 151 с.
3. Захарченко И.В. Послеуборочная обработка семян в Нечерноземной зоне. - М.: Россельхозиздат, 1983. - 263 с.
4. Авдеев А.В., Жуков М.А., Авдеева А.А. Методика расчета аэродинамической системы и параметров зерносушилок // Тракторы и сельскохозяйственные машины: ежемесячный теоретический и научно-практический журнал. - 2001. - № 11. - С. 18-22.
5. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. 22.02.2019.
6. Патент на полезную модель № 166569 U1 Российская Федерация, МПК F26B 17/12. зерносушилка комбинированная: № 2016106177/06; заявл. 24.02.16; опубл. 10.12.16 / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, А.В. Козлов и др.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет».
7. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилки. – М.: Колос, 1982. – 239 с.
8. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Развитие инженерного обеспечения производства и переработки сельскохозяйственной продукции в Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 5. – С. 128-135.

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Шушпанников В.Е.¹, аспирант,
Яковлев Н.С.¹, д-р техн. наук, с.н.с.,
Рассомахин Г.К.¹, канд. техн. наук, в.н.с.,
Яковлев Д.А.², канд. техн. наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: shushpannikov.valera@mail.ru

Аннотация. Полевые исследования устройств, дистанционного контроля глубины обработки почвы и глубины посева семян зерновых культур, проводили на полигоне СИБИМЭ. Определены возможные факторы влияния на показания ультразвукового датчика. Проведенные исследования показывают, что датчик фиксирует показания меньше фактического на 30,0 %, данные отображаются некорректно, нестабильно и с выбросами. Для достоверности показаний необходимо вносить поправки в настройки датчика в программе AutoGraph.PRO. На обрабатываемый ультразвуковой сигнал датчика расстояния, оказывает влияние скорость выполнения технологических операций, изменение рельефа почвы (микропрофиль), запыленность во время работы агрегата. Полученные данные отображаются с некорректными выбросами замеров глубины во время движения агрегата, как в отрицательную, так и положительную сторону. Следовательно, датчику необходимо стабилизировать сигнал за некоторый отрезок времени. Отклонения в глубине обработки при эксплуатации агрегата могут возникать вследствие нарушения первоначальных настроек, неподходящего подбора машин, столкновения с препятствиями на поле и комковатой структуры почвы.

Ключевые слова: посев, датчик глубины, поле, посевная машина, плотность почвы

Введение. Устройства дистанционного контроля глубины обработки почвы позволяют поддерживать заданные параметры при культивации, вспашке и других операциях, что повышает качество посевного ложа, снижает расход топлива и улучшает урожайность. Устройство включает ультразвуковые датчики, системы автоматического регулирования и механические элементы. Ультразвуковые датчики для контроля высоты рамы и глубины обработки культиваторов использует фирма John Deere TruSet Active. Система учитывает заглубление опорных колёс и накопление грязи. Фирма Norac Tillage Depth Control (TDC), благодаря алгоритмам обработки данных с ультразвуковых датчиков компенсирует неровности поля и влияние типа почвы на качество посева. Система совместима с ISO-UT и работает через универсальные терминалы. «Эскорт» ДГВ-200 – российский ультразвуковой датчик позволяет контролировать глубину посева и распределения удобрений. Опрыскиватели Norac оснащены автоматизированной системой динамической адаптации высоты штанговых элементов при осуществлении агрохимической обработки участков, характеризующихся выраженной рельефностью поверхности. Указанная система представляет собой комплекс технических компонентов, включающих в себя бесконтактный ультразвуковой сенсор контроля расстояния до обрабатываемого объекта, специализированный управляющий контроллер модели НСМ-1, отдельный пропорциональный клапан, позволяющий управлять отдельно каждым крылом [1].

Некоторые системы не только измеряют глубину, но и автоматически корректируют работу оборудования. Система QUANTOR-T фиксирует нулевое и фактическое значение заглубления, передаёт данные в реальном времени в панель оператора в кабине трактора. Система совместима с различными орудиями (плуги, бороны, сеялки). Gates Manufacturing Dynamic Adapt применяет фотодатчики для мониторинга и регулировки угла наклона дисковых борон в зависимости от свойств почвы и пожнивных остатков. Угол установки регулируется от 0 до 15 градусов с шагом 0,5 градуса (рис. 1, а). Система Davimac Group Agrowplow AP82 оснащена гидравлической регулировкой глубины и угла атаки рабочих органов. Механизатор контролирует параметры из кабины трактора (рис. 1, б). Исследования по контролю глубины заделки семян методом динамической оценки твердости грунта проводились совместно учеными Приморского аграрно-технологического университета (Россия) и Шеньянского технологического института (Китай) [2]. В рамках научной работы проводилось сравнительное изучение двух типов посевных агрегатов: базовой серийной конструкции 2BYFSM-2 и усовершенствованной версии с внедрённой технологией динамического регулирования глубины закладки семян [3]. Динамическое управление глубиной заделки семян с учётом характеристик грунта показало превосходство над классическим подходом с фиксированной глубиной посева.



Рис. 1. Системы контроля и регулировки глубины обработки почвы

На основании вышеизложенного целью работы является обоснование применения системы дистанционного контроля глубины заделки семян при посеве зерновых культур.

При этом решались следующие задачи исследования:

- провести анализ устройства дистанционного контроля глубины заделки семян;
- определить возможные факторы влияния на показания ультразвукового датчика.

Материалы и методика. Методика проведения эксперимента по контролю глубины посева семян с использованием системы мониторинга оснащенной датчиком Escort ДГВ-200 предполагает предварительную настройку датчика, разработку процедур сбора и обработки данных как лабораторных испытаний, так и реальных условий поля. Полевые исследования проводили на полигоне СИБИМЭ. Систему дистанционного контроля установили на посевной агрегат МТЗ-80Л и ППМ – 2,5-3Т (рис. 2). Электронная схема датчика Escort ДГВ-200 измеряет время между излучением и приемом (t) и вычисляет расстояние (R) по формуле:

$$R = (t \cdot V)/2, \quad (1)$$

где V - скорость звука (примерно 343 м/с в воздухе).

Диапазон измерения от 0,2 до 4 м. Разрешающая способность 1 см. Погрешность измерения от 0,2 до 2 м ± 1 см, от 2 до 4 м ± 1 %. Мертвая зона от 0 до 20 см.



Рис. 2. Посевной агрегат МТЗ-80Л с ППМ -2,5-3Т (а) и датчик Escort ДГВ-200 на машине (б)

Датчик глубины устанавливали на раме посевной машины за опорным колесом перед рабочим органом на расстоянии 70 см от края лапы сошника. Посев яровой пшеницы проводили на глубину 6 см. В рабочей зоне сошника, оборудованного датчиком глубины, осуществлялась установка специальных маркеров в почву для обозначения мест будущих измерений. После выполнения нескольких рабочих циклов были определены контрольные зоны для дальнейшего анализа. По окончании посевных мероприятий на каждом участке длиной 5 м производилось измерение глубины размещения семян в местах установки маркеров с использованием специализированной агрономической линейки. Все проведенные измерения документировались посредством фотофиксации, при этом для каждой точки замеров фиксировались точные координаты с помощью навигационного приложения «MyTracks». Такой комплексный метод исследования позволил обеспечить высокую точность при сопоставлении фактических показателей глубины посева.

Результаты и обсуждение. Полученные данные позволили создать цифровую базу данных измерений и получить достоверные результаты сравнения полевых данных с информацией, регистрируемой измерительным оборудованием и последующими значениями глубины, определенными по этиолированной части растения после появления всходов. Показания глубины, скорости, координат и времени, зафиксированные системой, были выгружены с сервера с помощью ПО Autograph.PRO.

По результатам анализа информации, собранной посредством дистанционных методов контроля, были составлены графические зависимости, демонстрирующие расхождения между показаниями измерительного прибора и реальными значениями глубины (рис. 3). Сравнительный анализ первичных замеров глубины посева с данными датчика выявил систематическую погрешность в 30% в меньшую сторону. При значениях, выходящих за пределы данного диапазона, наблюдается существенное ухудшение качества измерений – показания становятся нестабильными, появляются аномальные скачки значений. Предположительно, выявленные отклонения могут быть связаны со спецификой работы датчика при измерении на рыхлой поверхности почвы. Для обеспечения достоверной индикации параметров требуется корректировка настроек измерительного устройства через программное обеспечение AutoGraph.PRO.

В процессе обработки почвы качество получаемых измерений существенно зависит от нескольких ключевых факторов. Эксплуатационные параметры работы посевного комплекса включают в себя скорость движения агрегата, особенности микрорельефа обрабатываемой территории и уровень запыленности воздуха в рабочей зоне. Анализ данных, поступающих с измерительного датчика глубины, показывает наличие существенных отклонений в результатах замеров. В программном обеспечении AutoGraph эти отклонения отображаются в виде некорректных значений как в сторону увеличения, так и уменьшения фактической глубины обработки. Временная задержка в работе измерительного оборудования проявляется в необходимости определенного периода для адаптации датчика к новым условиям после изменения глубины обработки. Операционные факторы, влияющие на стабильность процесса, могут включать: сбои в настройках оборудования, некорректный подбор технических средств, столкновения с препятствиями на поле, наличие почвенных

комков в рабочей зоне. В связи с выявленными проблемами возникает острая необходимость разработки технологического решения, направленного на повышение точности и стабильности измерений глубины обработки почвы в режиме реального времени.

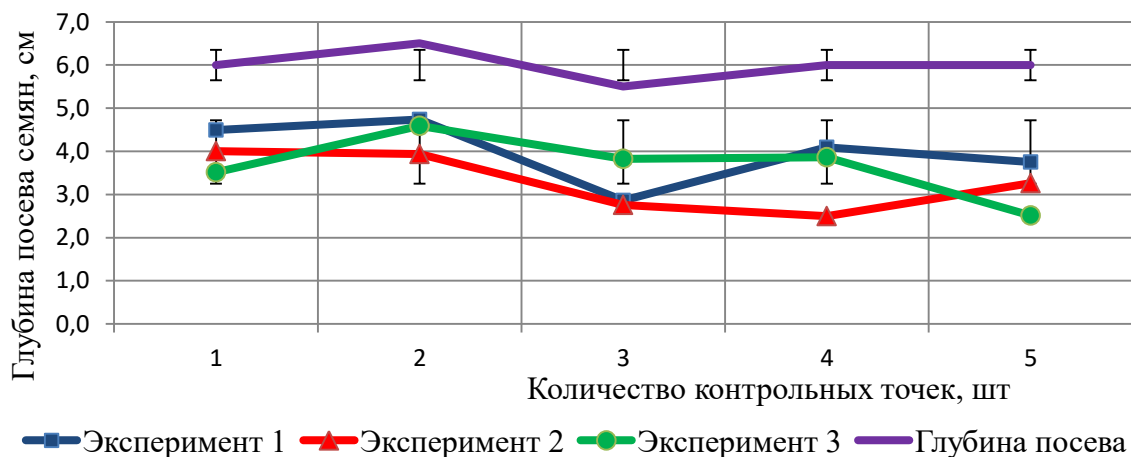


Рис. 3. Результаты измерений фактической глубины посева и датчиком Escort ДГВ-200

Выводы

1. Анализ показаний измерительного оборудования демонстрирует неустойчивость в отображении данных о глубине. Качество регистрируемого сигнала существенно зависит от нескольких эксплуатационных факторов: интенсивности сева, особенностей микрорельефа грунта и уровня запылённости воздушной среды в процессе функционирования посевной техники.

2. Регистрация данных с устройства контроля глубины характеризуется наличием аномальных отклонений в показаниях глубины сева при перемещении техники. Отклонения фиксируются как в сторону уменьшения, так и увеличения значений. Данный феномен свидетельствует о том, что сенсор требует определённого временного промежутка для нормализации сигнала при корректировке глубины обработки в ходе работы.

3. Колебания глубины обработки в рабочем процессе обусловлены следующими факторами: дестабилизация предварительно установленных параметров, некорректный подбор технических средств, столкновение с препятствиями на траектории движения. В связи с этим возникает острая необходимость разработки инновационного технического решения, обеспечивающего надёжное и точное измерение глубины обработки почвы.

Список литературы

1. Демчук Е.В., Михальцов Е.М., Шмидт А.Н. Система автоматического контроля высоты штанги опрыскивателя // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2024 - № 4 (39).
2. Чжан Л., Бородин И.И. Результаты экспериментальных исследований системы динамического регулирования глубины посева зерновых культур // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2025. - № 2 (112). - С. 129–134.
3. Чжоу Шухуэй, Ван Цзэнхуэй, Хуан Дунци. Интеллектуальная система регулировки глубины посева сеялки для нулевой обработки почвы на основе датчика Flex // Журнал университета Цзилинь (издание Information Science). - 2020. - № 38 (05). - С. 555–562.

МАРКИРОВКА КУРИНЫХ ЯИЦ ПОЛИГРАФИЧЕСКИМИ КРАСКАМИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Юрченко А.Н.¹, индивидуальный предприниматель,
Мезенцева А.Д.², директор,
Туровский В.С.², заместитель директора по производству**

¹ИП Юрченко Андрей Николаевич, Новосибирская область, пос. Элитный, Россия

²ООО «ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СОЮЗ ЛАБОРАТОРИЯ»,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: soyuz.2020@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке и внедрению полиграфических красок отечественного производства для маркировки куриных яиц в России. Обсуждаются проблемы, связанные с отсутствием четкой регламентации безопасности маркировочных красок и возможными рисками для здоровья потребителей. Рассматривается опыт компании «ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СОЮЗ ЛАБОРАТОРИЯ» по разработке и испытаниям российских аналогов иностранных маркировочных чернил. В результате научно-исследовательских работ были созданы безопасные полиграфические краски на водной основе и этиловом спирте, соответствующие всем необходимым стандартам. Краски успешно прошли тестирование на птицефабриках и внедряются в производство, обеспечивая стабильное качество маркировки и безопасность продукции. Статья также затрагивает перспективы применения новых технологий маркировки, таких как цифровая печать, каплеструйная печать.

Ключевые слова: куриные яйца, маркировочное оборудование, безопасность пищевой продукции, маркировочные чернила, краски, сортовое яйцо

Маркировка куриных яиц полиграфическими красками в России является актуальной темой, так как существует несколько проблем, связанных с её использованием и регулированием. Основными являются:

1. Отсутствие четких стандартов и контроля качества

На данный момент в России существует несколько нормативных актов, которые касаются маркировки яиц, однако проблема заключается в том, что требования к полиграфическим краскам, используемым для маркировки, не всегда достаточно конкретизированы. Это может приводить к использованию некачественных или даже вредных красок, которые могут не соответствовать нормам безопасности для человека. В некоторых случаях в качестве маркировки используются краски, которые могут быть токсичными или небезопасными для здоровья потребителей и персонала, работающего на участке маркировки.

Вот основные нормативные документы, которые могут касаться маркировки куриных яиц в России, и в чем заключается проблема с их применением:

Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 021/2011) «О безопасности пищевой продукции» - этот регламент включает общие требования к безопасности пищевой продукции, включая яйца, однако он не дает точных указаний на то, какие конкретно материалы и красители могут использоваться для маркировки. Хотя в нем говорится о безопасности продукции для потребителей, вопрос безопасности краски для маркировки яиц остается недостаточно раскрытым.

ГОСТ 31715-2012 «Яйца куриные. Общие технические условия» - этот стандарт регулирует требования к качеству яиц, их упаковке и транспортировке. Однако в нем нет четких указаний о том, какие именно краски можно использовать для маркировки. Это оставляет простор для использования различных красителей, которые не всегда безопасны.

Рекомендации по применению красителей и химических веществ - существуют нормативные акты, которые касаются применения пищевых красителей (например, ГОСТы или СанПиНы, регулирующие безопасность химических веществ в пищевой продукции), однако они не всегда точно прописывают, какие из них могут применяться для маркировки яиц.

2. Проблемы, связанные с полиграфическими красками

Отсутствие четкой регламентации: В нормативных актах нет специфических указаний, касающихся маркировки полиграфическими красками, что дает пространство для использования красящих веществ, не всегда безопасных для здоровья потребителей. Некоторые краски, предназначенные для других отраслей, могут использоваться для маркировки яиц, но они могут не соответствовать требованиям по безопасности для пищевых продуктов.

Поскольку нет четких стандартов по использованию красок, государственные органы контроля часто сталкиваются с трудностью в проверке качества маркировки и соответствия краски установленным нормам безопасности.

3. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов питания»

Этот СанПиН регулирует использование химических веществ, которые могут быть в контакте с пищей. Однако конкретно по вопросу краски для маркировки яиц существует пробел в законодательстве, так как этот документ не содержит прямых рекомендаций или запретов по использованию полиграфических красок на яйцах.

4. Единые требования Евразийского экономического союза (ЕАЭС)

Так как Россия является частью Евразийского экономического союза, существуют и общие требования для всех стран, входящих в ЕАЭС, в части безопасности продуктов питания. Однако эти требования, как и в случае с ТР ТС 021/2011, не конкретизируют требования к материалам для маркировки яиц.

Основные проблемы с красками:

1. Токсичность. Некоторые полиграфические краски, используемые для печати на упаковке, могут содержать химические компоненты, не предназначенные для контакта с пищей.

2. Неустойчивость к воздействию температуры. Краска может потерять свой вид и стереться, особенно при транспортировке и хранении при повышенных температурах.

3. Неэффективность маркировки. В некоторых случаях, маркировка может быть нечеткой или стереться, что создает проблемы при идентификации и классификации яиц на рынке.

Проблемы с принятием и внедрением новых технологий

Внедрение современных технологий маркировки, таких как лазерная или цифровая печать, в России сталкивается с барьерами на уровне государственных и регуляторных норм. Хотя такие методы маркировки более безопасны и устойчивы, они требуют значительных вложений в оборудование и обучение персонала.

На птицефабриках России сорта куриных яиц маркируются по категориям C0, C1, C2 маркировочным оборудованием согласно ГОСТу 31654-2012 (классификация по категориям, срокам годности и условиям хранения). По действующим российским стандартам маркировка должна быть на каждом яйце, произведенном на птицефабрике. Для этого применяется, в большей степени, иностранное маркировочное оборудование. Однако с 2022 года как обслуживание самого оборудования, так и обеспечение расходными материалами стало очень затруднительным из-за санкций.

С 2020 года «ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СОЮЗ ЛАБОРАТОРИЯ» начало активно работать над разработкой технологий импортозамещения расходных материалов для маркировки пищевой продукции. В начале 2020 года было начато сотрудничество с научными подразделениями Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), создано научно-лабораторное подразделение в Институте земледелия и химизации СФНЦА РАН, также в 2020 году заключен договор о сотрудничестве с Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова» Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУН НИОХ СО РАН), где группой ученых были проведены исследования иностранных маркировочных чернил для использования в процессе каплеструйной печати мелкими символами (чернила, краски) VIDEOJET V496 INK, V495 INK и растворителя V730 SOLVENT на основе этилового спирта с целью изучения их состава и разработки своих (в рамках импортозамещения) российских аналогов, не уступающих качеством иностранным маркам.

В результате научно-исследовательских и опытных работ в течение 2020-2025 гг. сначала были разработаны, испытаны и запущены в производство составы на водной основе (без спирта). Также были попытки адаптации состава чернил на основе изопропилового спирта, но результаты испытаний были признаны неудовлетворительными, опасными для биологических существ и неудовлетворительной для стабильной работы оборудования из-за высокой вязкости. От данной рецептуры было решено отказаться.

В результате в 2024 г начаты испытания полиграфической краски на основе пищевого этилового спирта. Сначала испытания проводили на собственном парке оборудования - маркиратор VIDEOJET 1620 FG. Данные испытания показали отличное качество печати, не хуже западных образцов. Допустимы смещения их с оригинальными западными чернилами, стабильность работы оборудования в течение длительного времени при различных режимах работы (непрерывный круглосуточный, режим «старт - стоп» с короткими и длительными перерывами в работе). Далее чернила были опробованы в производственных условиях на птицефабриках, зарекомендовали себя хорошо, поставлены на производство и предложены в продажу. Жалоб и возвратов на продукцию нет.

Нами разработаны «Составы красящие (полиграфическая краска) и совместно-используемые вспомогательные материалы, применяемые для маркировки продукции», технические условия ТУ 20.30.24-001-35548487-2025. Настоящие полиграфические краски предназначены для использования каплеструйными принтерами-маркираторами – специальными машинами, предназначенными для нанесения маркировки на производимый товар. Данный продукт может использоваться для маркировки продукции для пищевой промышленности - яичной скорлупы, пищевых упаковок, оболочек, пленок.

ООО «ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СОЮЗ ЛАБОРАТОРИЯ» осуществляет продвижение на рынок полиграфических красок: 16-9000, 16-9005, 16-9301, V495-D, V496-D, 16-9210, 16-9215, 16-9230 и других посредством дочерней компании ООО «СИБТЕХНОПРОМ».

Список литературы

1. Митасов М.М., Михайлова И.Ф., Пичкурова Н.М. Исследование маркировочных чернил VIDEOJET V496 INK: отчет / ФГБУН НИОХ СО РАН. – 2020. – 37 с.
2. Технические условия ТУ 20.30.24-001-35548487-2025 (введ. в действие 20.05.2025). – 9 с.
3. Экспертное заключение № 19/1901 по результатам санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции (товара), утвержденное ОИ ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии № 8 ФМБА России» 01.11.2025 г. – 2025. – 5 с.
4. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 021/2011) «О безопасности пищевой продукции».

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ АНКЕРНЫХ И ЛАПОВЫХ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ СИБИРИ

Яковлев Д.А.¹, канд. техн. наук,
Прокопчук Р.Е.², канд. техн. наук,
Шушпанников В.Е.³, аспирант,
Рыжаков Н.В.¹, магистрант,
Рябовалов С.И.¹, магистрант,
Левадний З.А.¹, магистрант

¹ Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

² Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

³ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: dyagro@yandex.ru

Аннотация. В статье приведена агротехническая оценка работы посевных агрегатов, оборудованных анкерными и лаповыми рабочими органами. Оценивалось изменение крошения взрыхленного слоя почвы в зависимости от изменения рабочей скорости движения и влажности почвы. Установлено, что при работе анкерных и лаповых сошников в изменяющихся условиях влажности в указанном диапазоне рабочих скоростей количество фракций более 25 мм возрастает с ростом влажности и скорости движения.

Ключевые слова: влажность почвы, агротехническая оценка, рабочие органы сеялок

Взглянув на повестку дня при организации производства продукции растениеводства, мы видим, что зачастую сельхозтоваропроизводители вынуждены принимать оперативные решения. Это может быть связано с рядом причин, но в основном это погодные условия. Данный фактор не всегда возможно предугадать и предусмотреть. В условиях земледелия Сибири часто посевная кампания может преподносить сюрпризы. Например, одним из условий выхода в поля для проведения весенне-полевых работ является необходимая физическая спелость почвы. Состояние, когда почва не прилипает к рабочим органам и достаточно хорошо крошится при взаимодействии с рабочими органами [1]. Такое возможно не всегда и зависит как от осадков, выпадавших с осени до начала посевной, так и от температуры окружающей среды в период таяния снега. При слишком высоких ежедневных температурах в весенний период, влага испаряется и не аккумулируется в почве. В обратном случае, при большом количестве осадков и равномерном таянии снега, мы видим на полях переувлажнение почвы. Данный факт, как раз и не позволяет достичь той самой физической спелости почвы. В следствие чего в лимитированных условиях реализации потенциала семян по вегетации, агрономы вынуждены выходить в поля раньше, чем это технологически необходимо. По этой причине мы видим ряд проблем связанных с нарушением технологий возделывания при обработке почвы и посеве, сказывающийся на качестве и количестве урожая. Кроме того, чрезмерный расход энергоресурсов при работе машинно-тракторных агрегатов (МТА) в таких условиях также повышает погектарные затраты.

В соответствие с этим, целью исследования является повышение качества посева в условиях изменяющейся влажности почвы.

Одним из важных показателей оценки качества работы рабочих органов посевных машин является качество крошения пласта, которое описывается содержанием фракций почвы менее 25 мм. Для мелкой обработки такой показатель не должен превышать 80 % [2].

Исследования по определению качества крошения почвы (в соответствии со стандартами ГОСТ 31345-2007, СТО АИСТ 4.6-2018, ГОСТ 33736-2016, ГОСТ 33687-2015) в условиях диапазона влажности почвы 15-30% при посеве проводились на базе хозяйства ООО КХ «Партнёр» с. Полуямки Михайловского района Алтайского края (52.126276, 79.803555). Влажность почвы измерялась влагомером Delta-T HH2. Оценка работы посевной машины СЗС 2,1 с двумя типами сошников анкерным и лаповым проводилась по стерневому фону пшеницы. Глубина посева составляла 5 см. Рабочая скорость движения агрегата варьировалась в диапазоне 4-10 км/ч.



Рис. 1. Полосы посева лаповыми (а) и анкерными (б) рабочими органами

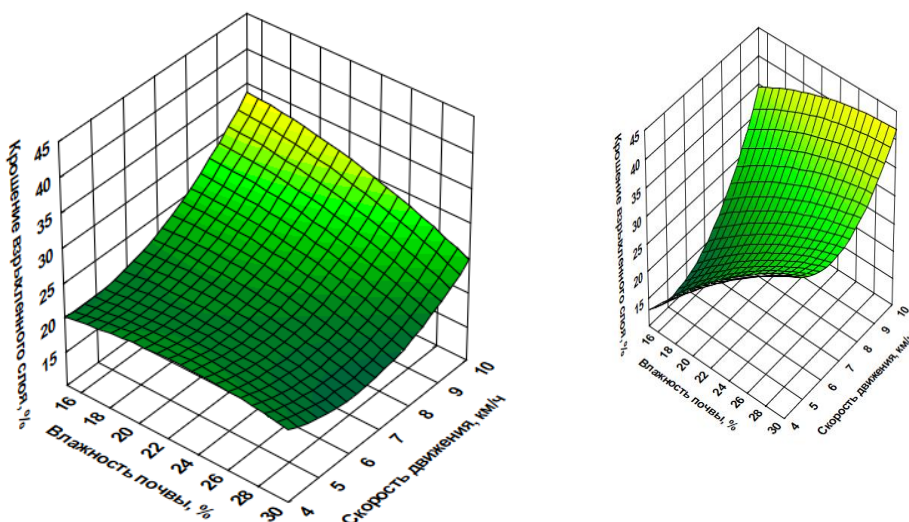


Рис. 2. Изменение количества фракций размером более 25 мм в зависимости от скорости движения агрегата и влажности почвы

На рис. 1 видно, что внешне полосы обработки отличаются, на месте прохода лаповых рабочих органов поверхность почвы содержит меньше растительных остатков, поскольку основная их масса заделывается в почву.

Из рис. 2 видно, что количество фракций более 25 мм изменяется как в зависимости от скорости, так и от влажности почвы.

Вывод. Исходя из полученных результатов, мы видим, что при работе анкерных и лаповых сошников в изменяющихся условиях влажности в указанном диапазоне рабочих скоростей количество фракций более 25 мм возрастает с ростом влажности и скорости движения.

Список литературы

1. Яковлев Д.А., Беляев В.И., Поляков Г.Н. Оценка влияния влажности почвы при посеве на глубину заделки семян зерновых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53. – № 1. – С. 104-110. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-13.
2. Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Бабенко О.С., Божко И.В. Влияние параметров рабочего органа культиватора на качество крошения почвенного пласта // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2022. – Т. 16. – № 1. – С. 41-46. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-1-41-46.

<https://doi.org/10.26898/2026-325>
УДК 631.431.3

АДАПТАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМУЛЫ В.П. ГОРЯЧКИНА ДЛЯ РАСЧЕТА ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАШИНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАЛЕЖИ

**Яковлев Н.С., д-р техн. наук, с.н.с.,
Рассомахин Г.К., канд. техн. наук,
Шушпанников В.Е., аспирант,
Черных В.И., инженер-исследователь,
Строчилин М.Н., ведущий инженер,
Демин М.И., инженер**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Аннотация. Исследования проводили на залежном и старопахотном поле СибНИИ кормов с почвообрабатывающей посевной машиной ППМ-2.5-ЗТ. Залежное поле старше 10 лет. Установлено, что сопротивление машины при работе по залежи превышает сопротивление в работе по старопахотному полю в 2,4...2,6 раза. Удельное сопротивление машины, за счет затрат кинетической энергии на переворот пласта дернины значительно меньше, в сравнении с усилием которое расходуется на разрыв корневищ дернины.

Ключевые слова: неиспользуемая земля, залежь, поле, рабочий орган, почва

Введение. По данным министерства сельского хозяйства РФ, не используется более 44 млн га сельхозземель, из которых 20 млн га – пашня, что равно 11,5% общей площади земель сельскохозяйственного назначения [1]. В Новосибирской области на 2024 год не использовалось более миллиона га пахотных угодий, залежь составляет примерно 10% [2]. Эти земли зарастают бурьяном, кустарниками и малоценными породами деревьев. Введение в сельскохозяйственный оборот этих земель, является первостепенной задачей [3]. Обработка залежных земель сопряжена с большими затратами энергии. Сопротивление

почвообрабатывающих машин на залежных землях значительно превышает сопротивление на старопахотных полях. В соответствие с этим необходимо иметь знания, позволяющие определять наиболее оптимальный состав почвообрабатывающего агрегата для обработки залежных земель. На основании чего, целью исследования является определение тягового сопротивления почвообрабатывающей машины, при этом решались следующие задачи:

- определение коэффициентов к рациональной формуле В.П. Горячкина для расчета тягового сопротивления почвообрабатывающей машины на залежи и старопахотном поле;
- определить изменение удельного тягового сопротивления машины в зависимости от глубины и скорости обработки залежного и старопахотного поля.

Материалы и методика. Для расчета тягового сопротивления плуга при обработке почвы В.П. Горячкин предложил рациональную формулу:

$$R_{пл} = f G + k a b + \varepsilon a b V_{пл}^2, \quad (1)$$

где f – коэффициент, учитывающий сопротивление машины перекачиванию по полю; G – сила тяжести машины, Н; k – удельное сопротивление почвы, Н/см²; ε – размерный коэффициент, зависящий от формы отвала и свойств почвы, Н·с²/м⁴; a – глубина обработки, см; b – рабочая ширина захвата машины, см; V – рабочая скорость машины, м/с.

Для того чтобы воспользоваться формулой В.П. Горячкина для расчета тягового сопротивления другой машины (культиватора) необходимо иметь численные значения коэффициентов f , k и ε , для этого необходимо провести экспериментальные исследования. Исследования проводили на залежном и старопахотном поле СибНИИ кормов. Использовали почвообрабатывающую посевную машину ППМ-2.5-3Т со стрельчатыми лапами размером 370 мм [4] (рис. 1). Залежное поле не обрабатывалось более 30 лет, старопахотное поле находилось в стадии парования. Для замера тягового сопротивления применяли динамометр ДЭП/3-1Д-50Р-2 (рис. 2). Показания динамометра фиксировали на видеокамеру. Почва на залежи и старопахотном поле серая лесная, толщина дернового слоя на залежи 8 - 10 см, связность дернины 0,18 кг/см². Скорость обработки фиксировалась на видеокамеру по времени прохода агрегатом контрольного расстояния между метками. Камеру на машину установили так, чтобы в кадр попадали дисплей динамометра и отметки контрольного расстояния. Показания динамометра с камеры считывали с интервалом в одну секунду. Общий метод расчета тяговых сопротивлений орудий основывается на результате экспериментальных исследований [5].



Рис. 1. Экспериментальная машина ППМ-2,5-3Т



Рис. 2. Динамометр ДЭП/3-1Д-50Р-2 для определения тягового сопротивления рабочих органов при обработке почвы

На основе полученных данных экспериментальных исследований произвели расчет коэффициентов. Определение коэффициентов f , k и ε рациональной формулы В.П. Горячкина производили по формулам [6]:

$$f = \frac{P_1}{G}, \quad k = \frac{q \cdot l - m \cdot r}{n \cdot l - m^2}, \quad \varepsilon = \frac{n \cdot r - q \cdot m}{n \cdot l - m^2},$$

$$\text{где } m = \sum_{i=1}^n v_i; \quad l = \sum_{i=1}^n v_i^4; \quad q = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_x - P_1}{ab} \right)_i; \quad r = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_x - P_1}{ab} \right)_i v_i^2.$$

В табл. 1 представлены результаты промежуточного расчета параметров для определения коэффициентов f , k и ε формулы В.П. Горячкина для определения сопротивления на старопахотной почве.

Таблица 1

Расчет коэффициентов формулы В.П. Горячкина для старопахотной почвы								
№	$v, \text{ м/с}$	$v^2, (\text{м/с})^2$	$v^4, (\text{м/с})^4$	$ab, \text{ м}^2$	$P_x, \text{ Н}$	$P_1, \text{ Н}$	$\frac{P_x - P_1}{ab}, \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$	$\frac{P_x - P_1}{ab} v^2, \frac{\text{Н}}{\text{с}^2}$
1	1,04	1,0816	1,1698	0,1	4650	1770	28 800	31150,08
2	1,58	2,4964	6,2320	0,1	4790	1770	30 200	75391,28
3	2,15	4,6225	21,3675	0,1	5350	1770	35 800	165485,5
4	0,98	0,9604	0,9224	0,1	5190	1770	34 200	32845,68
5	1,56	2,4336	5,9224	0,1	5400	1770	36 300	88339,68
6	2,22	4,9284	24,289	0,1	6100	1770	43 300	213399,7
$n = 6$		$m = 16,52$	$l = 59,9$				$g = 208 600$	$r = 606 612$

Используя исходные и расчетные данные (см. табл. 1), рассчитали коэффициенты f , k и ε к формуле В.П. Горячкина для определения сопротивления на старопахотной почве:

$$f = P_1/G = 1770/16000 = \mathbf{0,11};$$

$$k = (gl - mr)/(nl - m^2) = (208600 \cdot 59,9 - 16,52 \cdot 606612)/(6 \cdot 59,9 - 272,91) = \mathbf{28,6 \text{ кН/м}^2};$$

$$\varepsilon = (nr - gm)/(nl - m^2) = (6 \cdot 606612 - 208600 \cdot 16,52)/(6 \cdot 59,9 - 272,91) = \mathbf{2,163 \text{ кНс}^2/\text{м}^4}.$$

Используя значения коэффициентов, по формуле В.П. Горячкина произвели расчет тягового сопротивления машины на поле старопахотной почвы:

$$P = 1,77 + 28,6 \cdot 0,1 + 2,163 \cdot 0,1 \cdot 2,75 = 1,77 + 2,86 + 0,59 = \mathbf{5,22 \text{ кН}}.$$

Промежуточные значения, расчета коэффициентов к формуле В.П. Горячкина для определения тягового сопротивления на залежной почве представлены в табл. 2.

Используя исходные и расчетные данные (см. табл. 2), рассчитали промежуточные значения коэффициентов формулы В.П. Горячкина для расчета тягового сопротивления залежных земель:

$$f = P_1/G = 1640/16000 = \mathbf{0,10};$$

$$k = (gl - mr)/(nl - m^2) = (655700 \cdot 44,114 - 14,759 \cdot 1618837)/(6 \cdot 44,114 - 217,828) = (28925549,8 - 23892415,28)/(264,68 - 217,828) = 5033134,52/46,856 = \mathbf{107,417 \text{ кН/м}^2};$$

$$\varepsilon = (nr - gm)/(nl - m^2) = (6 \cdot 1618837 - 655700 \cdot 14,759)/(6 \cdot 44,114 - 217,828) =$$

$$(9713022 - 9677476,3)/46,856 = 35545,7/46,856 = \mathbf{0,758 \text{ кНс}^2/\text{м}^4};$$

$$P = 1,64 + 107,417 \cdot 0,1 + 0,758 \cdot 0,1 \cdot 2,3 = 1,64 + 10,74 + 0,17 = \mathbf{12,55 \text{ кН}}.$$

Таблица 2

Расчет коэффициентов формулы В.П. Горячкина для залежной почвы								
№	$v, \text{ м/с}$	$v^2, (\text{м/с})^2$	$v^4, (\text{м/с})^4$	$ab, \text{ м}^2$	$P_x, \text{ Н}$	$P_l, \text{ Н}$	$\frac{P_x - P_l}{ab}, \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$	$\frac{P_x - P_l}{ab} v^2, \frac{\text{Н}}{\text{с}^2}$
1	0,99	0,9801	0,960596	0,1	11 860	1640	102 200	100166,2
2	1,74	3,0276	9,166362	0,1	12 620	1640	109 800	332430,5
3	2	4	16	0,1	12 100	1640	104 600	418400
4	1	1	1	0,1	12 430	1640	107 900	107900
5	1,55	2,4025	5,772006	0,1	13 720	1640	120 800	290222
6	1,83	3,3489	11,21513	0,1	12 680	1640	110 400	369718,6
$n = 6$		$M = 14,759$	$L = 44,114$				$g = 655 700$	$r = 1 618 837$

Результаты и обсуждение. Определив значения коэффициентов: учитывающих сопротивление машины перекачиванию по полю, удельного сопротивления почвы при обработке и размерного коэффициента, зависящего от формы отвала и свойств почвы, построили графики зависимостей тягового сопротивления от глубины и скорости обработки старопахотной и залежной почвы (рис. 3, 4).

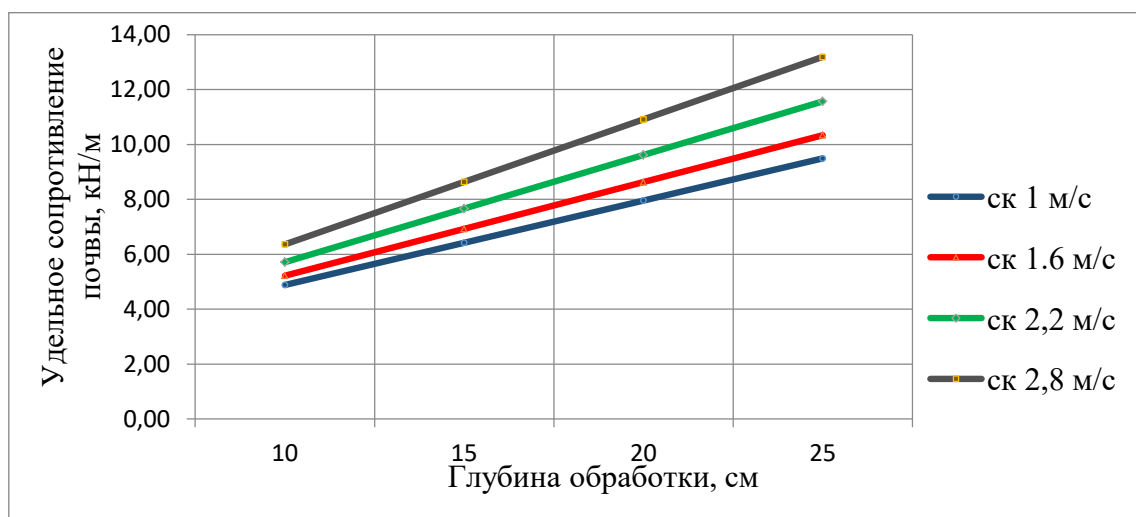


Рис. 3. Изменение удельного сопротивления почвы в зависимости от глубины и скорости обработки старопахотных почв

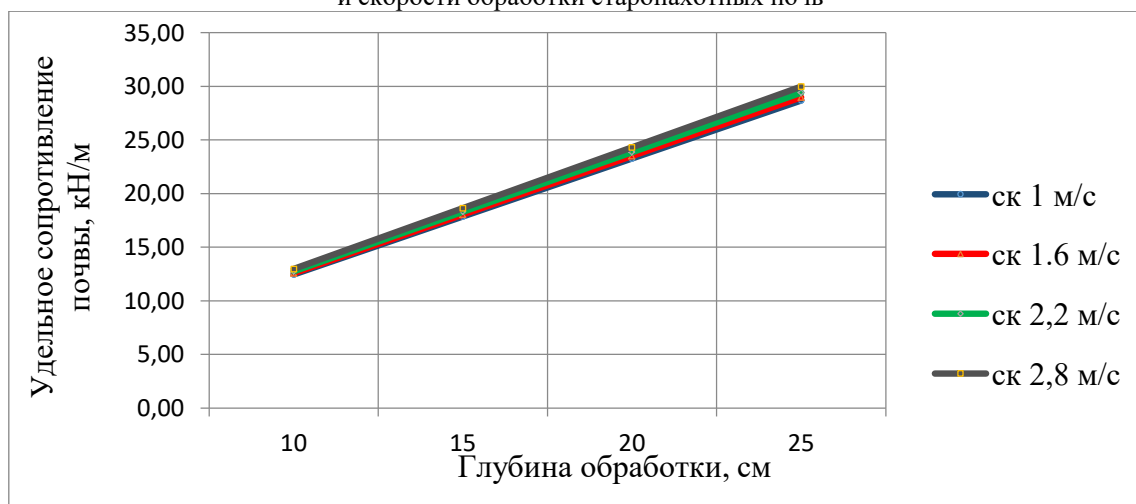


Рис. 4. Изменение удельного сопротивления почвы в зависимости от глубины и скорости обработки залежных почв

Анализ графиков на рисунке 3 показывает, что на старопахотном поле сопротивление увеличивается как с увеличением глубины, так и с увеличением скорости обработки. При обработке залежных земель, удельное сопротивление машины за счет затрат кинетической энергии на переворот пласта дернины, относительно мало. Это можно объяснить тем, что основное усилие машины используется на разрыв дернины, кроме этого при повышении скорости увеличиваются силы инерции машины, которые способствуют разрыву корневищ.

Необходимо отметить, что сопротивление рабочих органов при работе по залежи превышает сопротивление машины в работе по старопахотному полю в 2,4...2,6 раза за счет разрыва дернины, прочность которой достигает $1,8 \text{ Н/см}^2$.

Выводы

1. При работе машины на залежных землях сопротивление рабочих органов выше в 2,4...2,6 раза, чем при работе по обработанному полю.

2. Удельное сопротивление машины, за счет затрат кинетической энергии на переворот пласта дернины значительно меньше, в сравнении с усилием которое расходуется на разрыв корневищ дернины.

Список литературы

1. Россия в цифрах. 2019: крат. стат. сб. / Росстат. - М., 2019. - 317 с.
2. Соловьев С.В., Миллер Г.Ф., Безбородова А.Н., Филимонова Д.А. Сукцессия на молодых и средневозрастных залежах лесостепной зоны западной Сибири в пределах Новосибирской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2018. - № 10. - С. 116-120.
3. Яковлев Н.С., Рассомахин Г.К., Чернышов А.П., Черных В.И. Аграрная наука - сельскому хозяйству // Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. - Барнаул, 2024. - С. 138-140.
4. Яковлев Н.С., Назаров Н.Н., Рассомахин Г.К., Маркин В.В., Черных В.И. Повышение качества обработки почвы комбинированными агрегатами // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. - 2018. - № 2. - С. 110-116.
5. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Тяговое сопротивление почвообрабатывающих и посевных машин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2016. - № 1. - С. 73-81.
6. Максимов И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам и орудиям. - Чебоксары, 2011. - 365 с.

Секция 8

ПЕРАРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

<https://doi.org/10.26898/2026-326>
УДК 579.67:637.146.1

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ КОБЫЛЬЕГО И ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА, ОБОГАЩЁННОГО ПРЕБИОТИКАМИ

Акжанов Н., докторант,

Ботбаева М.Т., докторант

Научный руководитель – Сагындыков У.З., канд. биол. наук, ассоц. проф.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

Астана, Республика Казахстан

e-mail: nurtore0308@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрена возможность разработки функционального кисломолочного продукта на основе кобыльего и верблюжьего молока, обогащённого пребиотическими компонентами. Изучено влияние пребиотиков на микробиологические показатели, влагоудерживающую способность и органолептические свойства продукта. Установлено, что использование молока нетрадиционных видов сельскохозяйственных животных в сочетании с пребиотиками способствует формированию жизнеспособной микрофлоры, улучшению структуры и повышению стабильности кисломолочного продукта. Полученные результаты подтверждают перспективность применения кобыльего и верблюжьего молока при создании функциональных пищевых продуктов.

Ключевые слова: кобылье и верблюжье молоко, кисломолочный продукт, пребиотики, микробиологические показатели, влагоудерживающая способность

Введение. Кобылье молоко представляет собой уникальное по своему составу сырьё, обладающее высокой биологической и пищевой ценностью. Оно отличается сбалансированным содержанием белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ, необходимых для нормального протекания биохимических и физиологических процессов в организме человека. Особенностью кобыльего молока является наличие как водо-, так и жирорастворимых витаминов, а также иммунных компонентов, способствующих повышению устойчивости организма к инфекционным воздействиям [1, 2].

Белковый состав кобыльего молока характеризуется относительно низким содержанием казеина и повышенной долей альбуминов и глобулинов, что обеспечивает его лёгкую усвояемость. Существенное содержание лактозы в кобыльем молоке способствует активному росту полезной микрофлоры, что делает его особенно ценным сырьём для ферментированных и лечебно-профилактических продуктов [3, 4].

Наряду с кобыльим молоком, значительный интерес в технологии функциональных пищевых продуктов представляет верблюжье молоко, которое также относится к молоку нетрадиционных видов сельскохозяйственных животных. Верблюжье молоко отличается высоким содержанием биологически активных веществ, витаминов, минеральных элементов и защитных белков, а также низким уровнем аллергенности. Его белковый и жировой состав

характеризуется высокой пищевой ценностью и хорошей усвояемостью, что обуславливает перспективность использования верблюжьего молока в производстве ферментированных и функциональных кисломолочных продуктов [5].

Важным направлением современной пищевой биотехнологии является разработка функциональных продуктов с использованием пробиотических микроорганизмов. Пробиотики, представленные преимущественно молочнокислыми бактериями оказывают положительное влияние на состав и активность кишечной микрофлоры, способствуют нормализации пищеварительных процессов, повышению иммунной защиты и подавлению патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Их функциональное действие реализуется за счёт синтеза органических кислот, бактериоцинов и других биологически активных метаболитов, а также конкурентного вытеснения нежелательной микрофлоры.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлся функциональный кисломолочный продукт, изготовленный на основе кобыльего и верблюжьего молока с добавлением пребиотических компонентов. В качестве сырья использовали саумал – свежее кобылье молоко, полученное непосредственно после доения, а также свежее верблюжье молоко. Сырьё было отобрано в Акмолинской области, Караоткельском районе, и доставлено в лабораторию с соблюдением санитарно-гигиенических требований и температурного режима.

Для производства кисломолочного продукта применяли многокомпонентную закваску, содержащую *Streptococcus thermophilus* STS-23, *Lactococcus lactis* SPM-105, *Lactococcus cremoris* RTI-21, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* CBT-15. С целью повышения функциональной ценности продукта в рецептуру вводили пребиотические компоненты – инулин и арабиногалактан. В ходе эксперимента было разработано три варианта продукта, отличающихся соотношением пребиотиков, при постоянной доле молочной основы и заквасочной микрофлоры.

Технологический процесс получения кисломолочного продукта включал пастеризацию кобыльего и верблюжьего молока, охлаждение до температуры внесения закваски, добавление пребиотических компонентов и последующее сквашивание. Процесс ферментации проводили при контролируемых температурных условиях до формирования характерных для кисломолочного продукта органолептических и физико-химических показателей.

Микробиологические исследования готовых образцов включали микроскопический анализ и определение количества жизнеспособных микроорганизмов. При микроскопировании выявляли морфологические формы, характерные для молочнокислых бактерий. Общее количество жизнеспособных микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ/мл) стандартными микробиологическими методами. Все исследования проводили в трёхкратной повторности.

В ходе исследования было разработано три варианта опытных образцов, отличающихся соотношением пребиотиков при постоянной доле молочной основы, закваски и вкусовых компонентов. Рецептурный состав исследуемых образцов представлен в табл. 1.

Таблица 1

Рецептурный состав кисломолочного продукта на основе кобыльего и верблюжьего молока, %

Вариант	Кобылье и верблюжье молоко (50:50)	Многокомпонентная закваска	Инулин	Арабиногалактан	Наполнитель (яблоко, вишня)	Натуральный ароматизатор
№ 1	85,0	3,5	2,5	3,0	5,0	1,0
№ 2	85,0	3,5	3,0	2,5	5,0	1,0
№ 3	85,0	3,5	3,5	2,0	5,0	1,0

Технологический процесс включал пастеризацию молока, охлаждение до температуры внесения закваски, добавление пребиотиков и последующее сквашивание при

контролируемых температурных условиях до формирования характерных свойств кисломолочного продукта.

Полученные результаты обрабатывали и анализировали с целью оценки влияния пребиотических компонентов на развитие заквасочной микрофлоры и микробиологические показатели кисломолочного продукта.

Результаты исследования. В результате проведенных исследований были получены три опытных образца кисломолочного продукта на основе кобыльего и верблюжьего молока, обогащенного пребиотическими компонентами. Все образцы отличались стабильным процессом ферментации и формированием характерной микрофлоры.

Микроскопический анализ показал, что во всех образцах присутствуют морфологические формы, характерные для заквасочных микроорганизмов. Были выявлены палочковидные и изогнутые бактерии, шаровидные бактерии, образующие цепочки. Это свидетельствует о благоприятных условиях для развития пробиотической микрофлоры в процессе сквашивания молока. Количественная оценка жизнеспособных микроорганизмов показала высокий уровень микробиологической активности всех исследованных образцов. Результаты анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2

Микробиологические показатели кисломолочного продукта

Образец	Результаты микроскопирования	Количество микроорганизмов, КОЕ/мл
№ 1	Палочковидные и изогнутые бактерии, цепочечные шаровидные формы	$7,5 \times 10^8$
№ 2	Короткие цепочки палочковидных и изогнутых бактерий, цепочечные шаровидные формы	$7,1 \times 10^8$
№ 3	Различные формы палочковидных и изогнутых бактерий, шаровидные бактерии, образующие цепочки	$5,3 \times 10^8$

Анализ полученных данных показал, что все исследованные образцы соответствуют требованиям, предъявляемым к функциональным кисломолочным продуктам по содержанию жизнеспособных микроорганизмов. Наибольшее количество КОЕ/мл было зафиксировано в образце № 1, что указывает на наиболее благоприятное соотношение инулина и арабиногалактана для развития пробиотической микрофлоры. В образце № 3 наблюдалось снижение численности микроорганизмов, что может быть связано с изменением условий роста отдельных представителей заквасочной микрофлоры.

Одним из важных показателей качества кисломолочных продуктов является их влагоудерживающая способность, которая оказывает существенное влияние на консистенцию, устойчивость структуры и органолептические свойства готового продукта. Влагоудерживающая способность характеризует способность белково-полисахаридной матрицы продукта удерживать влагу и предотвращать её отделение в процессе хранения. Результаты определения влагоудерживающей способности исследуемых образцов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты определения влагоудерживающей способности кисломолочных продуктов на основе кобыльего и верблюжьего молока

Образец	Повторность 1, мл	Повторность 2, мл	Повторность 3, мл	Среднее значение, мл
№ 1	2,1	2,0	2,1	2,1
№ 2	2,3	2,2	2,2	2,2
№ 3	2,3	2,5	2,1	2,3

Анализ данных показал, что все исследованные образцы обладают выраженной влагоудерживающей способностью. Наименьшее среднее значение данного показателя было зафиксировано в образце № 1 (2,1 мл), тогда как образцы № 2 и № 3 характеризовались более высокими значениями – 2,2 и 2,3 мл соответственно. Повышение влагоудерживающей

способности в образцах с более высоким содержанием инулина может быть связано с его способностью формировать гелеобразную структуру и эффективно удерживать влагу в белково-полисахаридной матрице продукта. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии пребиотических компонентов на формирование структуры кисломолочного продукта, улучшение его текстурных характеристик и стабильности.

Дополнительно была проведена органолептическая оценка исследуемых кисломолочных продуктов. Все образцы характеризовались однородной консистенцией, равномерной структурой, приятным кисломолочным вкусом и слабовыраженным ароматом наполнителя. Посторонние привкусы и запахи в исследуемых образцах не выявлены. Присутствие пребиотических компонентов положительно сказалось на формировании текстуры продукта, обеспечив мягкую, нежную консистенцию.

Заключение. В результате проведённого исследования разработан функциональный кисломолочный продукт на основе кобыльего и верблюжьего молока, обогащённый пребиотическими компонентами. Установлено, что в процессе ферментации формируется активная и жизнеспособная микрофлора, а количество микроорганизмов во всех исследованных образцах соответствует требованиям, предъявляемым к функциональным кисломолочным продуктам.

Показано, что введение пребиотиков оказывает положительное влияние на влагоудерживающую способность и структуру продукта, способствуя формированию однородной консистенции и повышению его стабильности. Органолептическая оценка подтвердила хорошие вкусовые качества и общее благоприятное восприятие разработанных образцов. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования кобыльего и верблюжьего молока в сочетании с пребиотическими компонентами при создании функциональных кисломолочных продуктов.

Список литературы

1. Jastrzębska E. et al. Nutritional Value and Health-Promoting Properties of Mare's Milk-a Review // Czech Journal of Animal Science. – 2017. – Vol. 62. – No. 12.
2. Di Cagno R. et al. Uses of mares' milk in manufacture of fermented milks // International Dairy Journal. – 2004. – Vol. 14. – No. 9. – P. 767-775.
3. Kushugulova A. et al. Mare's milk as a prospective functional product // Functional Foods in Health and Disease. – 2018. – Vol. 8. – No. 11. – P. 548-554.
4. Martuzzi F., Franceschi P., Formaggioni P. Fermented mare milk and its microorganisms for human consumption and health // Foods. – 2024. – Vol. 13. – No. 3. – P. 493.
5. Latif A. et al. Probiotics: mechanism of action, health benefits and their application in food industries // Frontiers in microbiology. – 2023. – Vol. 14. – P. 1216674.

АППАРАТ ДЛЯ СГУЩЕНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Баронов В.И., канд. техн. наук, доцент,
Фиалкова Е.А., д-р техн. наук, проф.,
Копнин И.Ю., студент,
Фирсова А.Е., студент

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина,
Вологда, Россия
e-mail: Baronovv@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена конструкция аппарата для сгущения молочной сыворотки и описан принцип ее работы. Проведены экспериментальные исследования по сгущению молочной сыворотки при температуре 70 °С до содержания сухих веществ равному 53,5%. Опытным путем определен расход энергоносителей на выпаривание 1 кг влаги из сыворотки.

Ключевые слова: сыворотка, сгущение, выпарной аппарат, сухие вещества, концентрирование

Молочная сыворотка в больших объемах образуется при производстве творога, сыров и казеина. Значительная часть образовавшейся сыворотки, около 60 %, на сегодняшний день идет на корм сельскохозяйственным животным, часть сливается как отход и только около 30 % перерабатывается. При этом молочная сыворотка является весьма ценным сырьем для дальнейшей переработки. При производстве молочных продуктов из молока в сыворотку переходит около 50 % питательных веществ. В ней содержатся белки, лактоза, минералы и витамины. Молочная сыворотка широко используется при производстве молочной, мясной и кондитерской продукции, спортивного и детского питания, выпечке хлеба [1].

Для удаления избыточной влаги из сыворотки используют вакуум выпарные аппараты и мембранные установки. Мембранные технологии, такие как микрофильтрация («холодная» стерилизация), позволяют удалять из молочного сырья до 99,9 % микроорганизмов при сохранении состава и нативных свойств молочного сырья. Для интенсификации процессов сгущения успешно используются процессы нанофильтрации и обратного осмоса. Также технологии мембранного концентрирования позволяют проводить переработку молочной сыворотки с выделением из нее компонентов, которые можно вносить в сгущенные молочные консервы [2]. Но указанные технологии не позволяют сгустить продукт до содержания сухих веществ более 30 %. Кроме того, наличие большого количества белка и жира в сыворотке приводит к снижению производительности установок и к необходимости периодической очистки мембран. При использовании традиционных способов сгущения сыворотки на вакуум выпарных аппаратах получается ее сгустить только до 45 % сухих веществ. Этих недостатков лишен предлагаемый нами аппарат.

Целью работы является экспериментальные исследования аппарата новой конструкции для сгущения молочной сыворотки.

Принцип действия аппарата (рис. 1) заключается в следующем: исходная сыворотка подается в бак, в котором она нагревается до температуры сгущения за счет подачи горячей воды или пара в рубашку. Далее нагретая сыворотка самотеком направляется в цилиндрический корпус аппарата, где продукт отбрасывается к периферии за счет вращения мешалки. В результате образуется тонкий слой продукта на внутренней поверхности цилиндра толщиной не более 1 см. Для поддержания температуры продукта в рубашку цилиндра подается пар. В противотоке с движением продукта через раструб подается

горячий воздух. В результате горячий воздух забирает влагу из продукта и отводит ее из аппарата с помощью воздуходувки.



Рис. 1. Аппарат для сгущения молочной сыворотки

Для проведения опыта использовалось 100 л творожной сыворотки с начальным содержанием сухих веществ 7 %. Сыворотка предварительно нагревалась в баке с рубашкой до температуры 70 ± 2 °С.

В установку подавалось сначала 50 л сыворотки. В дальнейшем в процессе сгущения по мере удаления влаги добавлялась новая порция сыворотки. В установке смонтированы частотные регуляторы, которые позволяют изменять частоту вращения вала двигателя воздуходувки и мешалки. Для проведения опыта частота тока воздуходувки устанавливалась на 50 Гц, а частота тока двигателя мешалки на 15 Гц, что соответствует частоте вращения вала 1000 об/мин. Сгущение сыворотки проводилось при постоянной температуре 70 °С до максимально возможной концентрации сухих веществ. Каждые 10 минут отбиралась проба продукта, после измерений содержания сухих веществ она возвращалась в аппарат.

Общий расход электрической энергии на процесс сгущения 100 л сыворотки с 7 до 53,5 % содержания сухих веществ составил 13 кВт·ч. В результате сгущения получилось 13 кг продукта, из которых 1 кг пришелся на потери, из-за налипания на внутренней стенке аппарата и на мешалке.

За 4,5 часа работы аппарата было выпарено 87 л воды, что соответствует средней производительности аппарата 19,5 кг выпаренной влаги в час. Для выпаривания 1 кг влаги из продукта потребовалось 0,15 кВт·ч электрической энергии и 1,1 кг острого пара.

На рис. 2 представлен график зависимости содержания сухих веществ творожной сыворотки от продолжительности сгущения.

Как видно из графика, первые 70 минут идет процесс выхода установки на рабочий режим. Происходит нагрев продукта до 70 °С, который охладился при прохождении через холодную трубу, связывающую аппарат с баком, и при соприкосновении с мешалкой.

В диапазоне продолжительности сгущения 70...230 минут наблюдается выпаривание с ростом значения сухих веществ в продукте, и только после достижения 230 минут и 23 % содержания сухих веществ начинается интенсивное сгущение сыворотки.

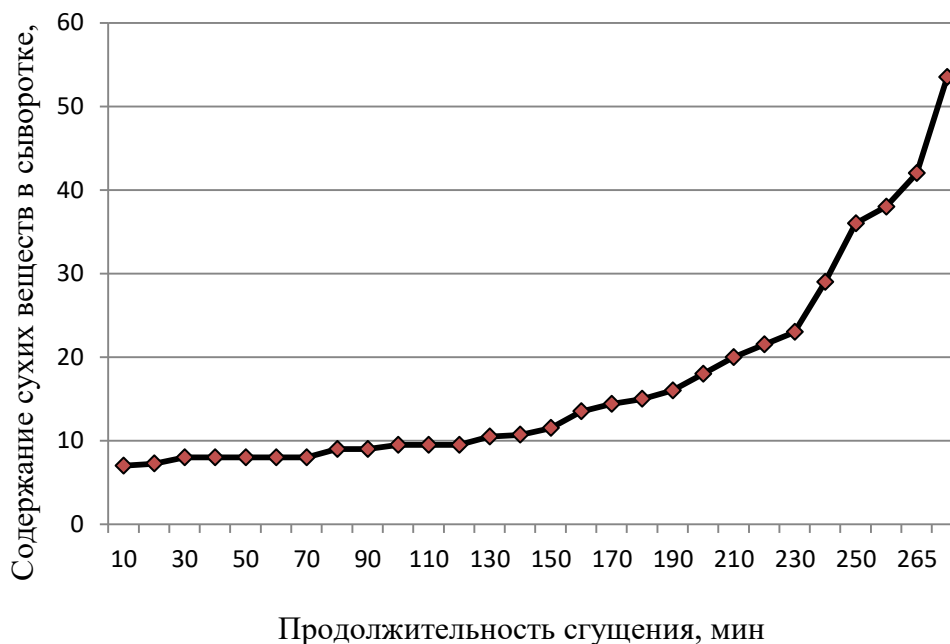


Рис. 2. График зависимости содержания сухих веществ от продолжительности сгущения в аппарате

Использование предлагаемого аппарата позволяет получить сгущенную сыворотку с содержанием сухих веществ до 53,5% , что является альтернативой использования вакуум-выпарным аппаратам и мембранным установкам. Конкурентным преимуществом аппарата можно выделить более низкую стоимость по сравнению с другими аппаратами для концентрирования сыворотки. Стоимость указанного оборудования на 2026 год составляет 1,5 млн руб.

Список литературы

1. Мелихов Д.М. Современные мембранные технологии и оборудование для нанофильтрации и электродиализа // Переработка молока. – 2024. – № 12 (302). – С. 20–21.
2. Золоторева М.С., Володин Д.Н., Топалов В.К., Иванченко Е.Ю. Мембранные процессы в технологии молочных консервов // Молочная промышленность. –2015.– № 8. – С. 49–51.
3. Фиалкова Е.А., Баронов В.И., Шевчук В.Б., Новичихин В.Д., Нечаев К.А. Разработка и оптимизация работы аппарата для сгущения нф-концентрата творожной сыворотки // Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 2 (50). – С. 184-203.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЯЗУЮЩИХ ОСНОВ БАТОНЧИКОВ

Бородай Е.В., с.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: borodayev@sfsca.ru

Аннотация. В работе рассмотрены связующие основы батончиков как основной компонент, обеспечивающий когезию сухих ингредиентов и влияющий на текстуру и стабильность при хранении. Проведён патентно-библиографический поиск за 2005-2025 гг. в различных информационных базах. На основе контент-анализа выделены группы связующих систем: сиропные сахарные, низкосахарные водные с сушкой, гидроколлоидные, пастообразные «натуральные матрицы», а также полиольные системы. Показано, что изомальт встречается в источниках информации как компонент связующих/«сиропов для склеивания частиц» в источниках информации. Отдельно систематизированы влагоудерживающие и пластифицирующие компоненты (глицерин и другие полиолы), влияющие на уплотнение и жевательность продукта при хранении. Результаты работы могут использоваться при разработке и оптимизации рецептур батончиков, а также при планировании исследований по хранению и контролю качества.

Ключевые слова: батончики, связующая основа, систематизация, качество, полиолы

Зерновые батончики стали привычным форматом «еда на ходу», поэтому при их разработке особое внимание уделяют вкусу, текстуре и сроку годности. Одной из основных технологических задач остаётся выбор связующей основы: именно она обеспечивает целостность батончика и во многом определяет, как продукт меняется при хранении.

Связующая основа (binder) – это пищевая композиция, которая обеспечивает когезию (сцепление) сухих ингредиентов (хлопья, орехи, семена, кусочки сухофруктов и т.п.) и тем самым позволяет сформировать батончик в устойчивую форму; в патентной терминологии связующую основу определяют как «композицию, которая производит или способствует когезии сухих ингредиентов» (US 20090148563 A1). В патентных описаниях связующую основу также образно характеризуют как «пищевой клей», поскольку она «склеивает» частицы смеси в единый продукт (EP 1435204 A2). Помимо обеспечения формоустойчивости при формировании/упаковке/транспортировании, связующая основа влияет на текстуру (жевательность/хруст/липкость) и ее изменения при хранении, а сиропные системы могут приводить к липкости и избыточной сладости (EP 2486804 A1).

Цель работы – систематизировать данные патентных и научных источников о веществах, применяемых в качестве связующей основы батончиков, сформировать классификацию «связок» с указанием преимуществ и ограничений.

Объект исследования: патентные документы и научные публикации, описывающие состав и/или технологию батончиков и их связующих систем. Метод: информационно-аналитический обзор (патентно-библиографический поиск + контент-анализ функций связующих компонентов). Базы поиска: ФИПС/Роспатент; eLIBRARY.ru; PubMed и патентные реестры (например, Google Patents, EPO). Период поиска: 2005-2025 гг.

На основании выявленных источников информации предложена классификация веществ, применяемых в качестве связующей основы при изготовлении батончиков (табл. 1). В табл. 1 представлена классификация связующих основ батончиков по типу состава и технологическим характеристикам, в табл. 2 – функциональные влагоудерживающие и

пластифицирующие компоненты, которые применяются в составе связующих систем и влияют на пластичность и текстуру продукта.

Таблица 1

Классификация связующих основ батончиков: состав, преимущества и ограничения

Группа связующей основы (примеры источников)	Характерные компоненты/примеры состава	Преимущества применения	Ограничения применения
Сиропные сахарные (EP 2486804 A1; EP 2099315 B1; RU 2270581 C2; RU 2577460 C1; RU 2753976 C1; RU 2599821 C1; RU 2687450 C1; [1, 2])	Сахарные сиропы (в т.ч. глюкозный /инвертный), часто в сочетании с жиром; варианты сиропа-связывающей основы: инвертный сироп + патока /мед + глицерин	Высокая связующая способность; традиционно распространены	Липкость, «переслащивание», затвердевание со временем; жир может уменьшать липкость, но повышает калорийность без повышения нутритивной ценности
Сиропные низкосахарные/несладкие водные (с сушкой) (EP 2099315 B1; US 9603381 B2)	Водная связующая основа на крахмале/других (поли)сахаридах или белке	Связующая основа в готовом продукте несладкая и нелипкая, с формированием хруста после удаления воды	Требуется стадия удаления влаги; технологически отличается от «классического» сиропа
Гидроколлоидные (US 20090148563 A1)	Гидроколлоид (например, камедь акации/гуммиарабик) в составе связующей основы	Повышение связующей способности; возможность низкогликемических /несладких решений (в т.ч. для «солёных» профилей)	Требуется подбор дозировки: гидроколлоиды существенно меняют структуру, вплоть до более «гелеобразной/клейкой»
Пастообразные «натуральные матрицы» (RU 2735552 C1; US 20140154364 A1)	Фруктовые пасты/пюре (например, финиковая паста)	Дают одновременно сладость и «сцепление» без отдельной варки сиропа	Требуют контроля влаги (влияние на мягкость/липкость и стабильность); вкус/аромат пасты формирует профиль продукта
Полиольные и комбинированные связки (полиолы в составе связующей основы), включая изомальт (US 7097870 B2; EP 2203071 B1; RU 2642087 C2; DE 102005010833 A1; [3])	Полиолы (например, изомальт, глицерин, сорбит/сорбитовый сироп и др.) в составе связующей основы/сиропа	Позволяют снизить долю сахаров и формировать текстуру; изомальт используют как компонент связующей системы/сиропа, в том числе в составе «сиропа для склеивания частиц» и образования агрегатов/кластеров перед формированием батончика	Необходимо учитывать влияние полиолов на влагосодержание, текстуру и органолептические показатели; требуется подбор состава и температурно-временных режимов приготовления/формования, чтобы избежать нежелательных изменений при хранении

В ряде источников глицерин и отдельные полиолы рассматриваются не просто как подсластители или заменители, но и как функциональные компоненты связующей основы, влияющие на влагосодержание и пластичность продукта. За счет влагоудерживающего действия они способствуют сохранению жевательной консистенции и снижают вероятность избыточного уплотнения (затвердевания) батончика при хранении. В патентных документах глицерин прямо характеризуют как влагоудерживающую добавку, а в описаниях технологий мягких («жевательных») зерновых батончиков полиолы рассматривают как пластифицирующие компоненты связующей системы (табл. 2).

Таблица 2

Влагоудерживающие и пластифицирующие компоненты в составе связующей основы

Компонент (примеры)	Назначение	Комментарий по применению
Глицерин (RU 2468606 C2)	Влагоудерживающая добавка в сиропе-связующей основе	Вводится вместе с патокой/мёдом (и др.) в составе сиропе-связующей основы; применяется для регулирования свойств массы
Глицерин, сорбит/сорбитовый сироп и др. полиолы (EP 2203071 B1)	Пластифицирующие агенты	Рассматриваются как компоненты, влияющие на формирование «жевательной» текстуры и структурно-механические свойства продукта
Глицерин + эритритол (RU 2595455 C1)	Компоненты сиропе-связующей основы	Описаны в составе основного сиропе-связующей основы
Глицерол в составе связующего сиропа [4]	Компонент сиропе-связующей основы	Приведён состав связующего сиропа и режим нагрева в исследовательской рецептуре

Таким образом, по результатам выполненной работы сделаны следующие выводы:

- связующая основа – основной элемент рецептуры батончиков, обеспечивающий когезию сухих компонентов и влияющий на текстуру, сладость и влагостабильность готовой продукции;

- наиболее распространённые сиропно-сахарные связующие основы обеспечивают хорошую формуемость батончиков, однако по данным источников информации нередко приводят к липкости, избыточной сладости и затвердеванию при хранении;

- в источниках информации представлены альтернативные подходы к формированию связующей основы, включая несладкие/низкосахарные водные системы на основе крахмала, (поли)сахаридов или белка с последующей сушкой, обеспечивающей формирование хрустящей консистенции;

- полиольные связующие системы, включая варианты с изомальтом, рассматриваются в источниках как один из подходов к снижению доли сахаров и формированию структурно-механических свойств продукта;

- влагоудерживающие и пластифицирующие компоненты, глицерин и отдельные полиолы, целесообразно выделять в отдельную группу, поскольку источники информации связывают их применение с поддержанием пластичности и жевательной консистенции, а также с особенностями влагосодержания связующей основы при хранении.

Материалы работы могут быть использованы при разработке рецептур батончиков для выбора типа связующей основы в зависимости от проектируемых текстурных характеристик и уровня сахаров, а также при планировании исследований по хранению для оценки изменений липкости, уплотнения и текстурных характеристик в зависимости от типа связующей основы.

Список литературы

1. Присухина Н.В., Ермош Н.В., Ковальчук Н.Н. Разработка рецептурного состава батончиков для перекуса // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 7 (172). – С. 171-177. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-171-177.
2. Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А. Обоснование рецептуры и технологии производства злаковых батончиков на основе натурального меда // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. – № 4 (87). – С. 29-35.
3. Sommo M., de Aguiar L.A., Raposo A. et al. Development and Rapid Sensory Descriptive Characterization of Cereal Bars Made with Brazilian Licuri Nut (*Syagrus coronata*) // Foods. – 2024. – Vol. 13 (3). – P. 502. DOI: 10.3390/foods13030502.
4. Pallavi B.V., Chetana R., Ravi R. et al. Moisture sorption curves of fruit and nut cereal bar prepared with sugar and sugar substitutes // Journal of food science and technology. – 2015. – Vol. 52 (3). – P. 1663-1669. DOI: 10.1007/s13197-013-1101-0.

ВЛИЯНИЕ СЕМЯН ЧИА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАРИНОГРАФА

Герасимова Н.С.¹, аспирант,
Козулина Н.С.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Янова М.А.², д-р техн. наук

¹Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение Федерального исследовательского центра
«Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия

²Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты реологических свойств теста с использованием семян чиа в качестве замены части пшеничной муки сорта Новосибирская 31 в соотношениях 96:4; 92:8; 88:12, 84:16. По результатам исследований реологических свойств теста на фаринографе смеси муки из сорта Новосибирская 31 с семенами чиа в замены части муки демонстрировали незначительное увеличение ВПС по мере увеличения дозировки семян чиа - 59,6; 60,4; 60,8; 61,2; 61,7%. Тенденция снижения показателя время развития теста наблюдалась при добавлении семян чиа в соотношении 96:4 – 2,7 мин. Последующее увеличение процента замены части муки на семена чиа приводило к увеличению показателя время развития теста – 8,1; 9,3; 8,0 мин соответственно. Показатель ВПС, FQC (коэффициент качества муки) при соотношении 96:4 в процессе перемешивания с внесением семян чиа в муку сорта Новосибирская 31 возрастал в сравнении с контролем, что демонстрирует лучшие реологические свойства теста с использованием семян чиа в качестве замены части муки.

Ключевые слова: реологические свойства, водопоглотительная способность муки, время развития теста, стабильность теста

Введение. В современном мире наблюдается тенденция на внедрение рецептур хлеба, которые включают разнообразные семена и другие растительные компоненты. Использование растительного сырья позволяет обогатить продукты питания за счет высокого содержания в их составе пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ [1, 2]. С целью обогащения и расширения ассортимента хлебобулочных изделий, в производстве которых применяется сортовая пшеничная мука с низким содержанием вышеупомянутых ингредиентов использование семян чиа представляется весьма перспективным, поскольку они богаты растительными жирами омега-3, антиоксидантами, белком и пищевыми волокнами [3-5].

Для того чтобы всесторонне оценить качество муки и мучных смесей, необходимо исследовать их реологические характеристики. Анализ данных, полученных с помощью фаринографа, позволяет оценить водопоглотительную способность муки (ВПС), в соответствии нормативам ГОСТ 34702-2020 для сильных сортов пшеницы ВПС должна быть не ниже 63%, для ценных – 60 %. Время развития теста – это время от начала добавления воды в муку до момента, когда консистенция теста начнет снижаться. Показатель фаринографа стабильность теста указывает на длительность сохранения оптимальной консистенции теста. Более высокий показатель качества FQC (коэффициент качества смеси), свидетельствует о лучших реологических свойствах муки [5, 6].

Актуальной задачей является изучение физических свойств теста для возможности использования семян чиа при дальнейшей разработке рецептур с целью повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий.

Цель исследования – изучить влияние семян чиа на реологические показатели качества пшеничной муки с применением фаринографа.

Материалы и методы исследования. В данной работе оценка технологических характеристик зерна осуществлялась в лаборатории технологической оценки качества зерна ФИЦ КНЦ СО РАН в Красноярском научно-исследовательском институте сельского хозяйства. Исследование проводилось в соответствии с ГОСТ 34702-2020 «Пшеница хлебопекарная» [6, 7].

В качестве объектов исследования использовались семена чиа (*Salvia hispanica* L.) сорта Сибирский изумруд и мука из зерна пшеницы сорта Новосибирская 31. При выполнении исследований провели замену пшеничной муки на семена чиа и получили мучные смеси в соотношениях (по массе) 96:4; 92:8; 88:12; 84:16 соответственно. Семена чиа измельчали на лабораторной мельнице до размера частиц 0,5 мм, что соответствует размеру ячеек сита.

Влажность зерна определялась на анализаторе влажности ЭВЛАС-2М в соответствии ГОСТ 13586.5-93 Определение влажности зерна. Реологические свойства пшеничного теста определяли по ГОСТ ISO 5530-1-2013. с применением фаринографа модели Y02 с автоматическим дозированием воды.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ прикладной статистики Snedecor [8].

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования реологических свойств теста на фаринографе муки из сорта Новосибирская 31 (контроль) и с семенами чиа в качестве замены части муки сорта Новосибирская 31 демонстрировали незначительное увеличение ВПС по мере увеличения дозировки семян чиа - 59,6; 60,4; 60,8; 61,2; 61,7% соответственно, это связано с высокой водопоглотительной способностью семян чиа (см. таблицу). По показателю ВПС все исследуемые образцы соответствовали требованиям на ценную пшеницу. Фаринограммы исследованных образцов представлены на рисунке.

**Показатели реологических свойств теста с использованием семян чиа
в качестве замены части муки**

Вариант опыта	Показатели фаринограммы			
	ВПС, %	Время развития, мин	Стабильность, мин	Коэффициент муки, ЕФ
Новосибирская 31	59,6	7,1	19,5	150
4%	60,4	2,7	14,5	162
8%	60,8	8,1	13,8	144
12%	61,2	9,3	13,3	146
16%	61,5	8,0	10,5	121
НСР ₀₅	0,24	0,56	0,39	14,15

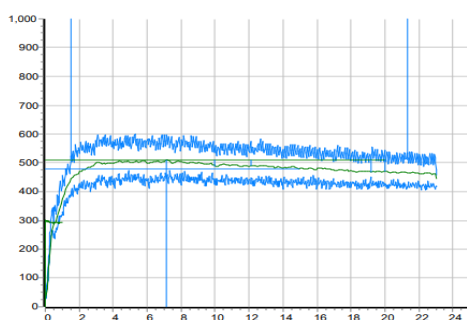
Тенденция снижения показателя время развития теста наблюдалась при внесении семян чиа в соотношении 96:4 – 2,7 мин. Последующее увеличение процента замены части муки на семена чиа приводило к увеличению показателя время развития теста – 8,1; 9,3; 8,0 мин соответственно. Увеличение показателя время развития теста при повышении процента замены части муки на семена чиа обусловлено более длительным набуханием полисахаридов семян чиа, обладающими высокими влагоудерживающими свойствами.

При замене части муки сорта Новосибирская 31 на семена чиа стабильность теста значительно снижалась в сравнении с контролем (19,5 мин) – во всех исследуемых

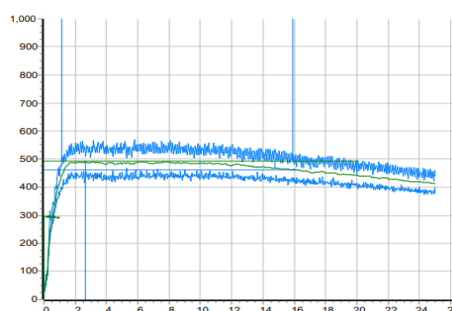
соотношениях 96:4 - 14,5 мин, 92:8 - 13,8 мин, 88:12 - 13,3 мин, 84:16 - 10,5 мин. Такой результат может быть связан с достаточно высоким показателем стабильности теста контрольного образца, а внесение семян чиа вызывает снижение устойчивости теста к механическим воздействиям.

Тесто из муки сорта Новосибирская 31 достигает FQC – 150 е. ф. При замене части муки на семена чиа в соотношении 96:4 показатель качества FQC повышался по сравнению с контролем на 12 ЕФ. Дальнейшее увеличение дозировки семян чиа до соотношений 92:8, 88:12 и 84:16 привело к снижению FQC до 144 ЕФ, 146 ЕФ и 121 ЕФ соответственно.

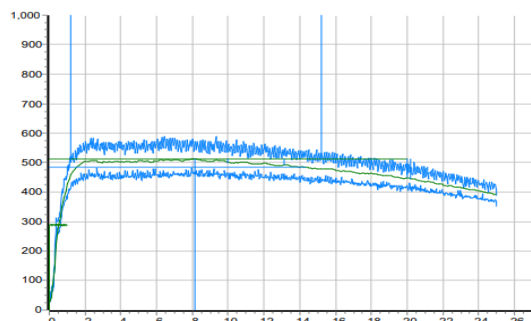
Дисперсионный анализ реологических свойств теста с применением фаринографа показал, что по значению ВПС, время развития теста и стабильность теста достоверные различия были получены во всех вариантах опыта. По значению коэффициента муки достоверные различия были получены только в варианте с заменой части муки на семена чиа в количестве 16%.



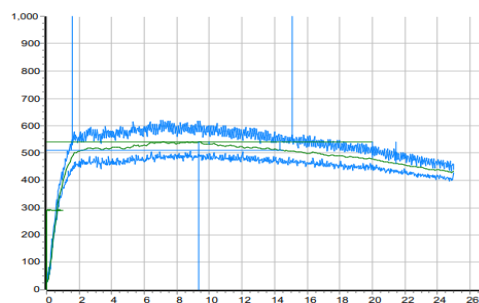
Фаринограмма муки из сорта Новосибирская 31
(контроль)



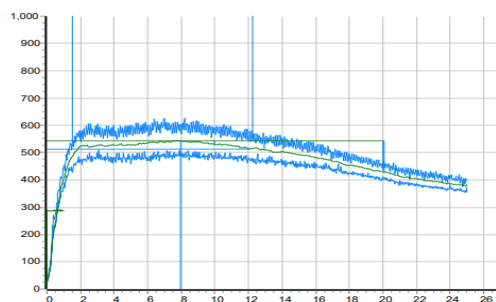
Фаринограмма муки из сорта Новосибирская 31
(замена 4% семян чиа)



Фаринограмма муки из сорта Новосибирская 31
(замена 8% семян чиа)



Фаринограмма муки из сорта Новосибирская 31
(замена 12% семян чиа)



Фаринограмма муки из сорта Новосибирская 31
(замена 16% семян чиа)

Фаринограммы реологических свойств теста с использованием семян чиа в качестве замены части муки

Заключение. Исследования реологических свойств муки с применением фаринографа показали, что замена части муки на семена чиа способствовала повышению значения ВПС во всех исследуемых образцах в среднем на 0,47 %. При замене части муки на семена чиа повышался показатель время развития теста, за исключением соотношения 96:4, а показатель стабильность теста снижался во всех исследуемых образцах в среднем на 2,25 мин. Показатель FQC (коэффициент качества муки) при соотношении 96:4 в процессе перемешивания с внесением семян чиа в муку сорта Новосибирская 31 возрастал в сравнении с контролем. Результаты исследования демонстрируют лучшие реологические свойства теста с использованием семян чиа в качестве замены части муки.

Список литературы

1. Nudel A., Cohen R., Abbo Sh., Kerem Z. Developing a nutrient-rich and functional wheat bread by incorporating Moringa oleifera leaf powder and gluten // Food Science and Technology. – 2023. – Vol. 187. – P. 115343. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.115343.
2. Ijarotimi O.S., Ogunjobi O.G., Oluwajuyitan T.D. Gluten free and high protein-fiber wheat flour blends: Macro-micronutrient, dietary fiber, functional properties, and sensory attributes // Food Chemistry Advances. – 2022. – Vol. 1. – P. 100134. DOI: 10.1016/j.focha.2022.100134.
3. Зайцева Л.В., Юдина Т.А., Лаврова А.В., Байков В.Г. Влияние совместного внесения муки чиа и жирового продукта энзимной переэтерификации на качество и пищевую ценность пшеничного хлеба // Хлебопродукты. – 2014. – № 4. – С. 60–62.
4. Agarwal A., Tripathi A.D., Kumar T. et al. Nutritional and Functional New Perspectives and Potential Health Benefits of Quinoa and Chia Seeds // Antioxidants (Basel). - 2023.
5. Grancieri M., Martino H.S.D., Gonzalez de Mejia E. Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: a Review // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. – 2019. – No. 18. – P. 480–499.
6. Shewry P.R., Belton P.S. What do we really understand about wheat gluten structure and functionality // Journal of Cereal Science. – 2024. – Vol. 117. – P. 103895. DOI: 10.1016/j.jcs.2024.103895.
7. Белкина Р.И., Летяго Ю.А., Выдрин В.В., Федорук Т.К. Показатели хлебопекарной силы муки сортов пшеницы, выращенных в условиях северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 10 (175). – С. 88-93. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-88-93.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН. 2004. - 162 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-330>
УДК 634.738: 664.854

КИНЕТИКА РЕГИДРАТАЦИИ СУШЕНОЙ БРУСНИКИ

Голуб О.В., д-р техн. наук, проф., г.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: golubov@sfsca.ru

Аннотация. Исследована кинетика регидратации сушеных дикорастущих ягод брусники при гидромодуле 1:2 (сырье:вода) и температуре воды 50 ± 2 °C в интервале 0–40 мин (шаг 5 мин). Оценивали динамику массы ягод, коэффициента регидратации, массы свободной жидкости, а также массовой доли сухих веществ и титруемой кислотности в

ягодах и свободной жидкости. Установлено, что наиболее интенсивное водопоглощение происходит в первые 10-15 мин, после чего формируется плато (25-40 мин). Одновременно отмечается выраженный перенос растворимых веществ и органических кислот из ягод в свободную жидкость. Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил статистически значимое влияние продолжительности регидратации на исследуемые показатели ($p < 0,001$; высокая частичная η^2).

Ключевые слова: сушеная брусника, регидратация, коэффициент регидратации, сухие вещества, титруемая кислотность

Дикорастущая брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) относится к ягодам с высоким содержанием биологически активных соединений и оригинальными органолептическими характеристиками, что делает ее перспективным ингредиентом для пищевых продуктов [1]. В научных исследованиях по бруснике показано, что биохимический состав, а следовательно, и ее цвет могут существенно варьировать в зависимости от региона произрастания, что следует учитывать при разработке технологических решений по ее переработки [2]. Кроме того, состав сахаров, органических кислот, фенольных веществ и летучих компонентов изменяется по мере созревания ягод, влияя на вкус и технологические свойства [3].

Сушка позволяет использовать ягоды круглогодично и стабилизировать сырьевое обеспечение производства, однако обезвоживание изменяет структуру тканей и может влиять на последующую водопоглотительную способность, сохранность биоактивных веществ и восстановление текстуры [4]. Регидратация обезвоженных ягод - комплексный процесс, включающий водопоглощение, набухание тканей и одновременное выщелачивание растворимых веществ в жидкую среду; кинетика процесса определяется многими факторами (временем, температурой, гидромодулем, степенью повреждения тканей при сушке и др.) [5]. При этом восстановление влагосодержания высушенного ягодного сырья целесообразно рассматривать с позиций сорбционной способности и соотношения свободной и связанной влаги, поскольку именно эти характеристики определяют скорость поглощения воды и достижение равновесия при регидратации [6]. Для ягод брусники дополнительным «структурным» фактором является наличие кутикулы и восков на поверхности: для дикорастущих ягод показаны морфологические и композиционные особенности восков, потенциально влияющие на барьерные свойства поверхности и, следовательно, на скорость водопереноса при контакте с водой [7].

В исследованиях по регидратации обезвоженных ягод применяют оценку динамики массы/коэффициента регидратации и характеристик жидкой и твердой составляющих системы, а также статистический анализ влияния времени; показано, что параметры регидратации и эффективные коэффициенты диффузии зависят от температуры и состояния сырья [8]. В прикладных разработках важны режимы регидратации, совместимые с рецептурными ограничениями (например, когда регидратационная вода не удаляется, а входит в состав продукта), поскольку это напрямую влияет на концентрацию растворимых веществ, кислотность и, в дальнейшем, консистенцию и вкус готовой продукции.

Цель работы - оценить кинетику регидратации сушеных дикорастущих ягод брусники при гидромодуле 1:2 по динамике водопоглощения и массообмена растворимых компонентов (сухих веществ и органических кислот) между ягодами и свободной жидкостью.

Схема эксперимента: навеска - 100 ягод (6,27 г); гидромодуль 1:2 (сырье:вода, по массе); температура воды 50 ± 2 °C; продолжительность регидратации - 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 мин. Разделение твердой и жидкой частей системы (для сопоставимости): после регидратации в соответствующей временной точке образец отделяли через сито с размером ячейки 1-2 мм; время стекания - 60 с; поверхностную влагу на ягодах удаляли путем промокания фильтровальной бумагой.

Массу навески сушеных ягод, ягод после регидратации и массу свободной жидкости определяли методом взвешивания. Коэффициент регидратации рассчитывали по формуле: $K_r = \frac{m_t}{m_0}$, где m_0 - масса 100 сушеных ягод, г; m_t - масса 100 ягод после регидратации в момент времени, г. Содержание сухих веществ и титруемых кислот в ягодах и свободной жидкости определяли стандартными методами. Статистическую обработку результатов выполняли в программе Statistica 10: применяли однофакторный дисперсионный анализ для оценки влияния продолжительности регидратации на исследуемые показатели; межгрупповые различия уточняли тестом Тьюки при $p < 0,05$. Силу влияния фактора оценивали по частичной η^2 (η_p^2). Данные представляли в виде среднего значения $\pm$ SD ($n = 3$).

В табл. 1 и 2 представлены результаты исследований.

Таблица 1

Динамика регидратации сушеных ягод брусники при гидромодуле 1:2

Продолжи тельность, мин	Масса ягод после регидратации, г (на 100 ягод)	Коэффициент регидратации Кг, усл. ед.	Масса свободной жидкости, г	Массовая доля сухих веществ, %		Титруемая кислотность, %	
				ягод	свободной жидкости	ягод	свободной жидкости
0 (a)	6,27 $\pm$ 0,25 ^{b-i}	1,00 $\pm$ 0,00 ^{b-i}	12,53 $\pm$ 0,50 ^{b-i}	85,6 $\pm$ 0,9 ^{b-i}	0,0 $\pm$ 0,0 ^{b-i}	14,1 $\pm$ 0,1 ^{b-i}	0,0 $\pm$ 0,0 ^{c-i}
5 (b)	11,03 $\pm$ 0,48 ^{ac-i}	1,76 $\pm$ 0,15 ^{ad-i}	7,77 $\pm$ 1,23 ^{ad-i}	48,6 $\pm$ 0,7 ^{ac-i}	0,7 $\pm$ 0,0 ^{ac-i}	8,0 $\pm$ 0,1 ^{ac-i}	0,1 $\pm$ 0,0 ^{c-i}
10 (c)	13,84 $\pm$ 0,60 ^{abd-i}	2,21 $\pm$ 0,19 ^a	4,96 $\pm$ 1,36 ^a	38,2 $\pm$ 0,2 ^{abd-i}	2,3 $\pm$ 0,0 ^{abd-i}	6,3 $\pm$ 0,1 ^{abd-i}	0,3 $\pm$ 0,0 ^{abd-i}
15 (d)	15,22 $\pm$ 0,70 ^{ab}	2,43 $\pm$ 0,21 ^{ab}	3,58 $\pm$ 1,45 ^{ab}	34,4 $\pm$ 0,1 ^{a-ce-i}	4,4 $\pm$ 0,0 ^{a-ce-i}	5,7 $\pm$ 0,1 ^{a-ce-i}	0,6 $\pm$ 0,0 ^{a-ce-i}
20 (e)	15,96 $\pm$ 0,67 ^{a-c}	2,55 $\pm$ 0,21 ^{ab}	2,84 $\pm$ 1,42 ^{ab}	32,4 $\pm$ 0,5 ^{a-di}	6,8 $\pm$ 0,0 ^{a-df-i}	5,4 $\pm$ 0,1 ^{a-dg-i}	1,0 $\pm$ 0,0 ^{a-df-i}
25 (f)	16,13 $\pm$ 0,73 ^{a-c}	2,58 $\pm$ 0,22 ^{ab}	2,67 $\pm$ 1,48 ^{ab}	32,0 $\pm$ 0,2 ^{a-d}	8,7 $\pm$ 0,0 ^{a-eg-i}	5,3 $\pm$ 0,1 ^{a-dhi}	1,3 $\pm$ 0,1 ^{a-eg-i}
30 (g)	16,27 $\pm$ 0,74 ^{a-c}	2,60 $\pm$ 0,22 ^{ab}	2,53 $\pm$ 1,49 ^{ab}	31,5 $\pm$ 0,3 ^{a-d}	10,2 $\pm$ 0,0 ^{a-fhi}	5,2 $\pm$ 0,1 ^{a-ei}	1,7 $\pm$ 0,1 ^{a-fhi}
35 (h)	16,38 $\pm$ 0,74 ^{a-c}	2,62 $\pm$ 0,22 ^{ab}	2,42 $\pm$ 1,49 ^{ab}	31,2 $\pm$ 0,2 ^{a-d}	11,2 $\pm$ 0,0 ^{a-gi}	5,1 $\pm$ 0,1 ^{a-f}	2,0 $\pm$ 0,1 ^{a-gi}
40 (i)	16,49 $\pm$ 0,72 ^{a-c}	2,64 $\pm$ 0,22 ^{ab}	2,31 $\pm$ 1,48 ^{ab}	30,9 $\pm$ 0,2 ^{a-e}	12,1 $\pm$ 0,0 ^{a-h}	5,1 $\pm$ 0,1 ^{a-g}	2,4 $\pm$ 0,1 ^{a-h}

Примечание. Различные надстрочные буквы в пределах одного столбца указывают на статистически значимые различия средних значений ($p < 0,05$).

Таблица 2

Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния продолжительности регидратации на показатели ягод и свободной жидкости

Показатель	Влияние фактора «продолжительность»		
	F (8;18)	p-значение	частичная η^2 (η_p^2), %
Масса ягод после регидратации	86,39	< 0,001	97,5
Коэффициент регидратации Кг	24,00	< 0,001	91,4
Масса свободной жидкости	19,42	< 0,001	89,6
Массовая доля сухих веществ ягод	4933,00	< 0,001	99,9
Массовая доля сухих веществ свободной жидкости	38142,30	< 0,001	99,9
Титруемая кислотность ягод	12058,70	< 0,001	99,9
Титруемая кислотность свободной жидкости	1292,34	< 0,001	99,8

Примечание. Приведены результаты однофакторного дисперсионного анализа, фактор - продолжительность регидратации (0-40 мин, шаг 5 мин), $n = 3$. Уровень значимости $p < 0,05$. Вклад фактора выражен через частичную η^2 (η_p^2).

Из данных табл. 1 видно, что масса ягод после регидратации увеличивалась наиболее интенсивно в первые 15 мин: от 6,27 г до 13,84 г (10 мин) и 15,22 г (15 мин), то есть в 2,21

раза и в 2,43 раза соответственно, что соответствовало росту коэффициента регидратации (Кг) от 1,00 до 2,21 и 2,43 усл. ед. Одновременно масса свободной жидкости уменьшалась с 12,53 до 4,96 г (10 мин) и 3,58 г (15 мин), т.е. на 60,4и 71,4% соответственно, что отражает быстрый перенос воды из свободной жидкости в ткань ягод. После 20-й минуты процесс переходил в замедленную стадию, близкую к равновесию: коэффициент регидратации изменялся умеренно (примерно от 2,55 на 20-й минуте до 2,64 ус. ед. на 40-й), что соответствует приросту всего на 3,53%, а масса ягод возрастала лишь с 15,96 до 16,49 г (+3,32%). Начиная с 25-й минуты наблюдалось плато по коэффициенту регидратации и массе ягод: первый изменялся от 2,58 после 25 мин до 2,64 ус. ед. после 40 мин (рост на 2,33%), масса ягод - от 16,13 до 16,49 г (рост на 2,23%), а изменения между соседними точками (шаг 5 мин) составляли около 0,02 ус. ед. ($\leq 0,8\%$) для коэффициента регидратации. Это указывает на достижение плато по водопоглощению при выбранном гидромодуле 1:2 и температуре процесса 50 ± 2 °C, что соответствует общепринятому описанию регидратации растительного сырья: после быстрого начального заполнения доступных капилляров/поверхностных слоев лимитирующей становится диффузия внутрь ткани и структурные ограничения [5].

Параллельно с водопоглощением наблюдалось гидратационное снижение содержания сухих веществ в ягодной матрице с 85,6% (0 мин) до 38,2% (после 10 мин) и далее до примерно 30,9% (после 40 мин), т.е. на 55,4 и 63,9% соответственно в относительном выражении. При этом в свободной жидкости отмечалось увеличение содержания сухих веществ с нуля до 12,1% (после 40 мин), что отражает диффузионный вынос (экстракцию) растворимых компонентов из тканей ягод в свободную жидкость (табл. 1). Сопряженность процессов водопоглощения и выноса растворимых веществ является характерной для регидратации обезвоженных продуктов и обсуждается в обобщающих работах по регидратации/массообмену: прирост массы - это результирующий эффект одновременного поступления воды и потерь растворимых веществ [5].

Аналогичная тенденция характерна и для кислотности: титруемая кислотность ягод снижалась от 14,1% (0 мин) до порядка 5,1% (40 мин), т.е. на 63,8% (в относительном выражении), тогда как у свободной жидкости она возрастала до 2,4% к 40-й минуте. Это подтверждает миграцию органических кислот из ягод в регидратационную среду (свободную жидкость). Для брусники в целом характерен значимый вклад органических кислот во вкус и физико-химические показатели [2, 3].

Достижение плато (через 25-40 мин) по коэффициенту регидратации (2,6 ус. ед.) и массе ягод (16,1-16,5 г на 100 г ягод) может объясняться сочетанием: ограниченного гидромодуля (меньший объем свободной воды), сохраненной кожей/кутикулой после сушки и структурных изменений тканей при обезвоживании. Это также согласуется с тем, что отношение «твердое: жидкость» влияет как на кинетику водопоглощения, так и на интенсивность выщелачивания за счет изменения разности концентраций растворимых веществ между тканью и внешней средой [9, 10].

Сопоставляя наши результаты с данными других авторов по ягодам, можно отметить, что температурный фактор способен заметно ускорять кинетику регидратации и менять параметры переноса: в исследованиях по регидратации обезвоженных ягод показано, что при изменении температуры растворителя меняются скорость восстановления и параметры моделирования процесса [8]. В нашем эксперименте выбран «производственно-ориентированный» гидромодуль 1:2 (вся вода остается в системе), поэтому величины коэффициента регидратации и распределение растворимых веществ следует интерпретировать именно как режим регидратации «внутри рецептуры», а не как режим для максимального восстановления, где часто применяют большой избыток воды (высокий гидромодуль) и в ряде подходов дальнейшее отделение/замену регидратационной среды для снижения влияния выщелачивания на продукт [9, 10].

Согласно данным табл. 2, фактор «продолжительность регидратации» статистически значимо влияет на все исследованные показатели ($p < 0,001$), при этом сила эффекта (частичная η^2) очень высока (примерно 89,6-99,9%). Время процесса является основным управляемым параметром, определяющим как водопоглощение, так и степень выноса (выщелачивания) растворимых веществ и органических кислот, что количественно проявляется ростом сухих веществ и титруемой кислотности в свободной жидкости и одновременным снижением этих показателей в ягодной части системы.

Таким образом, в результате проведенных исследований установили, что: при гидромодуле 1:2 регидратация сушеных ягод брусники характеризуется быстрым начальным водопоглощением и выходом на плато по коэффициенту регидратации и массе ягод к 25-40 мин; в процессе регидратации происходит выраженное перераспределение растворимых компонентов между ягодной частью системы и свободной жидкостью: снижается содержание сухих веществ и титруемой кислотности ягод и возрастают соответствующие показатели в свободной жидкости, что отражает диффузионный вынос растворимых веществ; однофакторный дисперсионный анализ подтверждает статистически значимое влияние продолжительности регидратации на все показатели с высокой силой эффекта. Регидратированные ягоды брусники могут быть использованы как ингредиент при создании широкого спектра пищевых продуктов (включая соусы, начинки, пюре-полуфабрикаты, десертные системы), а сушеные ягоды, благодаря стабильности хранения, могут применяться круглый год, в отличие от сезонного свежего сырья.

Список литературы

1. Kowalska K. Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) fruit as a source of bioactive compounds with health-promoting effects - a review // International journal of molecular sciences. – 2021. – Vol. 22 (10). – P. 5126.
2. Urbonaviciene D., Bobinaite R., Viskelis P. et al. Nutritional and Physicochemical Properties of Wild Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) - Effects of Geographic Origin // Molecules. – 2023. – Vol. 28 (12). – P. 4589.
3. Amundsen M., Hykkerud A.L., Kelanne N. et al. Composition of Sugars, Organic Acids, Phenolic Compounds, and Volatile Organic Compounds in Lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) at Five Ripening Stages // Foods. – 2023. – Vol. 12 (11). – P. 2154.
4. Pateiro M., Vargas-Ramella M., Franco D. et al. The role of emerging technologies in the dehydration of berries: Quality, bioactive compounds, and shelf life // Food Chemistry: X. – 2022. – Vol. 16. – P. 100465.
5. Wang B., Jia Y., Xu X. et al. Dehydration-rehydration of vegetables: Evaluation and future challenges // Food Chemistry: X. – 2023. – Vol. 20. – P. 100935.
6. Бакин И.А., Нугманов А.Х., Мустафина А.С. Сорбционная способность сублимированного плодово-ягодного сырья // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 8 (221). – С. 217-225.
7. Trivedi P., Karppinen K., Klavins L. Compositional and morphological analyses of wax in northern wild berry species // Food chemistry. – 2019. – Vol. 295. – P. 441-448.
8. Ciolin I.H.M.R., Antunes C.M., Lenhard D.C., Garcia C.C. Rehydration kinetics of dehydrated berries // Engenharia Agrícola. – 2021. – Vol. 41. – P. 389-395.
9. Lewicki P.P. Some remarks on rehydration of dried foods // Journal of Food Engineering. – 1998. – Vol. 36 (1). – P. 81-87.
10. Krokida M.K., Marinos-Kouris D. Rehydration kinetics of dehydrated products // Journal of Food Engineering. – 2003. – Vol. 57 (1). – P. 1-7.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОРОШКОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

**Ермолаева А.В., канд. техн. наук, доцент,
Аверьянов Р.В., аспирант**

Дальневосточный государственный аграрный университет,
Благовещенск, Россия
e-mail: averyanov.ruslan2015@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты исследований безопасности многокомпонентного ягодного порошка из ягод Дальневосточного региона. Безопасность ягодного порошкового концентрата определялась по следующим методикам: определение остатков пестицидов с применением ГХ-МС и ЖК-МС/МС, также по методикам определения тяжелых металлов. Анализ показателей представленных в таблицах доказал, что содержание пестицидов и тяжелых металлов в предельно допустимой норме, согласно техническим документам.

Ключевые слова: порошковый концентрат, безопасность, пестициды, тяжёлые металлы

Значительная часть жителей России сталкивается с проблемами, вызванными несбалансированным рационом. Как свидетельствуют исследования Института питания РАМН, дефицит витаминов – частое явление, наиболее остро проявляющееся в нехватке железа, йода, кальция. В связи с этим одной из ключевых задач в сфере продовольственной безопасности и здорового питания становится увеличение доли обогащённых витаминами и минералами продуктов массового спроса.

Особенную ценность представляют растения, произрастающие в условиях сурового климата, так как они накапливают больше витаминов и биологически активных соединений. Это делает крайне важным изучение растительных ресурсов Дальнего Востока и создание на их базе современных пищевых производств. Такие натуральные продукты, как сушёные ягоды, ягодные порошки и жмыхи, являются богатейшими источниками минералов, витаминов, аминокислот, пектинов и клетчатки [1].

Безопасными для здоровья потребителя считают те продукты, которые или совсем не содержат вредных веществ, представляющих опасность для здоровья людей нынешнего и будущего поколений, или содержат их в количествах, допустимых санитарными нормами и гигиеническими нормативами [2]. От безопасности сырья напрямую зависит качество и безвредность готового продукта для потребителя.

Целью работы является исследовать безопасность порошкового концентрата, в состав которого входит ягодное сырьё Дальневосточного региона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить остатки пестицидов с применением ГХ-МС и ЖК-МС/МС в ягодном порошковом концентрате;
- 2) исследовать наличие тяжёлых металлов в ягодном порошковом концентрате.

Научная новизна работы: проведена комплексная оценка безопасности (по содержанию тяжёлых металлов и пестицидов) порошкового концентрата, полученного из дикорастущего ягодного сырья Дальневосточного региона России, обладающего уникальным биохимическим составом вследствие специфических климатических условий.

Проектирование порошкового концентрата из ягодного сырья Дальневосточного региона представляло собой не просто задачу по смешиванию сырья (калины, брусники,

черники и клюквы), а сложную систему управления качеством, охватывающую каждый этап – от выбора сырья до дегустации готового продукта. Изначально было ясно: успех предприятия напрямую зависит от стабильности, безопасности и органолептических характеристик разработанного продукта.

Авторами был разработан комплексный ягодный порошок, включающий порошок калины, брусники, черники и клюквы в равном пропорциональном соотношении. Порошок применяется как пищевая добавка, которая позволит придать цвет готовому изделию; насытить его важными для здоровья человека витаминами и минеральными веществами; использовать как ароматизатор для придания ягодного запаха [3, 4].

Первый рубеж исследования – качество сырья. Калина, брусника, черника и клюква – каждый вид ягод представлял собой уникальный набор микро и микронутриентов. Требования к сырью были жесткими: свежесть, зрелость, отсутствие повреждений, соответствие нормативным документам по содержанию пестицидов и тяжелых металлов. Каждая партия ягод подвергалась входному контролю: визуальная оценка, измерение pH, определение содержания сухих веществ. Несоответствие хотя бы одному параметру служило поводом для отказа от партии.

Следующим этапом было определение показателей безопасности используемого ягодного порошкового концентрата. Исследования проводились в лаборатории кафедры технологии переработки растительного сырья Дальневосточного ГАУ и на базе испытательной лаборатории Амурского филиала ФГБУ «Национальный центр безопасности рыбной и сельскохозяйственной продукции».

Безопасность ягодного порошкового концентрата определялась по следующей методике: определение остатков пестицидов с применением ГХ-МС и/или ЖХ-МС/МС после экстракции/разделения ацетонитрилом и очистки с применением дисперсионной ТФЭ. Приемлемость рассматриваемого метода была подтверждена в рамках широких совместных исследований, которые проводились на различных видах продукции и классов пестицидов. Принцип проведения анализа: для экстракции гомогенной пробы используют ацетонитрил. Пробы с содержанием влаги менее 80% требуют добавления воды перед первоначальной экстракцией, так чтобы общее содержание воды в них соответствовало приблизительно 10 г. После добавления магния сульфата, натрия хлорида и буферных солей лимонной кислоты смесь интенсивно взбалтывают и центрифугируют, добиваясь разделения фаз. Аликвоту органической фазы очищают путем дисперсионной твердофазной экстракции (Д-ТФЭ), применяя сыпучие сорбенты, а также магния сульфат для удаления остатков воды. После очистки экстракты подкисляют, добавляя небольшое количество муравьиной кислоты. Полученный экстракт использовали для определения содержания пестицидов средствами газовой и жидкостной хроматографии.

Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение остатков пестицидов в ягодном порошковом концентрате

Наименование пестицида	Ягодный порошковый концентрат	СанПиН 1.2.3685-21
ID17:gamma-BHC	0,03417	0,5
ID64:p.p-DDT	0,00031	0,1
ID16:peta-BHC	0,00009	0,001
ID59:p.p-DDD	0,00009	0,1
ID60:o.p-DDT	0,00014	0,1
ID49:p.p-DDE	0,00001	0,1
ID53:o.p-DDD	0,00012	0,1
ID23:Metribuzin	0,01451	0,1
ID43:o.p-DDE	0,00003	0,1
ID12:Mexachlorobenzene	0,00012	0,001
ID15:Clomazone	0,01403	0,1

Определение тяжёлых металлов выполнялось по методикам, описанных в нормативно правовых актах [5]. Результаты анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2

Определение тяжелых металлов в порошковом концентрате

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Результат	Погрешность	Норматив
<i>Токсичные элементы</i>					
1	Массовая доля кадмия	мг/кг	0,0039	0,0014	Не более 0,03
2	Массовая доля мышьяка	мг/кг	0,0075	0,0026	Не более 0,2
3	Массовая доля свинца	мг/кг	0,3434	0,1202	Не более 0,4
<i>Микотоксины</i>					
4	Афлатоксин В1	мг/кг	-	-	По сырью
5	Дезоксиниваленол	мг/кг	-	-	По сырью
6	Зеараленон	мг/кг	-	-	По сырью
7	Охратоксин А	мг/кг	-	-	По сырью
8	Т-2 токсин	мг/кг	-	-	По сырью

Анализ показателей представленных в таблицах доказал, что содержание пестицидов и тяжелых металлов в предельно допустимой норме, согласно техническим документам [5].

Таким образом, управление качеством при проектировании порошкового концентрата из ягодного сырья было многогранным процессом, требующим постоянного контроля, анализа данных и готовности к оперативным корректировкам. Именно комплексный подход, основанный на принципах НАССР, сенсорном анализе и системе прослеживаемости, позволил создать продукт, отвечающий самым высоким стандартам качества и безопасности.

Список литературы

1. Аверьянов Р.В. Товароведная характеристика ягод семейства Адоксовых и Вересковых Дальневосточного региона // Материалы 31-й студенческой научной конференции по естественным, техническим и гуманитарным наукам: сб. науч. тр. - Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. - С. 208-212.
2. Ордина Н.Б. Биологическая безопасность пищевых систем: 2019-08-27. - Белгород: БелГАУ им. В.Я. Горина, 2019. - 93 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/123435> (дата обращения: 10.01.2026).
3. Аверьянов Р.В. Применение порошкового концентрата в технологии мучных кондитерских изделиях // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы XXV Регион. науч.-практ. конф. - Благовещенск, 2024. - С. 43-44.
4. Ермолаева А.В. Разработка технологии комплексного порошка из ягод дальневосточного региона // Технологии и продукты здорового питания: материалы XIII Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. - Саратов, 2024. - С. 108-114.
5. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: утв. решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880; введ. 01.07.2013. – М.: ЕЭК, 2011. – 211 с.

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Комарова Н.В., канд. техн. наук, доцент,
Мелещеня А.В., канд. экон. наук, доцент,
Зайченко Д.А., канд. техн. наук, доцент,
Жакова К.И., канд. техн. наук, доцент**

Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: knv@belproduct.com

Аннотация. Деятельность Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию сосредоточена на научном обеспечении развития пищевой промышленности страны. В рамках центра реализуются комплексные исследования по переработке растительного сырья, созданию новых видов продукции, разработке технологий, обеспечения качества и безопасности, а также нормативной документации. В последние годы достигнуты значительные результаты, включая разработку биоразлагаемых упаковочных материалов, создание продуктов с повышенной биологической ценностью, внедрение новых технологий в виноделии, переработке отходов и многом другом, что способствует модернизации и повышению конкурентоспособности пищевой отрасли Беларуси.

Ключевые слова: пищевые технологии, переработка растительного сырья, функциональные продукты, безопасность пищевых продуктов, качество продуктов питания

Деятельность Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию направлена на научное обеспечение развития отраслей пищевой промышленности Республики Беларусь, создание серии новых конкурентоспособных продуктов питания для различных групп населения, ускорение освоения научных разработок в производстве, рациональное использование материальных и финансовых ресурсов. Научные исследования, осуществляемые в Центре, отличаются комплексным подходом и охватывают проведение работ по:

- глубокой переработке продукции растениеводства;
- разработке технологий подготовки овощного, плодово-ягодного сырья, созданию новых видов пищевой продукции по следующим отраслям пищевой промышленности (консервная, пищевая концентратная, кондитерская, сахарная, масложировая, ликероводочная, винодельческая, пивная, безалкогольная, картофелеперерабатывающая, крахмалопаточная, табачная, солевая, спиртовая и др.);
- разработке методик и проведению испытаний по показателям качества и безопасности сырья и создаваемой продукции;
- разработке нормативной и технологической документации на широкий спектр пищевых продуктов;
- выполнению работ по расширению ассортимента выпускаемой продукции, созданию новых и пересмотру действующих норм расхода сырья и вспомогательных материалов.

В целях усовершенствования работ по повышению технического уровня и конкурентоспособности выпускаемой в республике пищевой продукции, обеспечению качества и безопасности ввозимых в республику продуктов питания проводятся работы по подтверждению соответствия импортной и производимой в Республике Беларусь продукции, оценка производственных лабораторий на техническую компетентность.

Научные исследования, проводимые в Центре, отличаются целостностью и комплексностью, активная работа проводится в рамках фундаментальных исследований, которые находят практическое воплощение при реализации научных программ прикладного характера.

Важнейшие результаты научных исследований, полученные в рамках фундаментальных исследований:

- смоделированы составы мучных кондитерских изделий (печенье) с повышенной биологической ценностью за счет добавления концентрата сывороточного белка с массовой долей белка 80 % и высоким содержанием аминокислот – 12,5 г на 100 г продукта, сниженной сахароемкостью (калорийность снижена на 10 %) за счет использования подсластителя мальтита. Выпечка печенья при более низкой температуре по сравнению с традиционными видами печенья (на 20-30 °С) позволяет снизить воздействие температуры на процесс денатурации белка и сохранить его биологическую ценность;

- разработаны научные основы формирования фруктово-ягодного виноделия, включающие технологические особенности производства сортовых фруктово-ягодных натуральных вин, рекомендации по применению технологических вспомогательных средств и пищевых добавок при производстве винодельческой продукции, что обеспечит развитие отечественного сортового виноделия, максимальное сохранение органолептических свойств сырья при изготовлении вин [1];

- определены методологические подходы и методические решения обоснования режимов стерилизации (пастеризации) полуконсервов группы «Д»: для указанных групп полуконсервов выделены тест-микроорганизмы из доступных в республике коллекций микроорганизмов, установлены характеристики их термоустойчивости, разработаны процедуры расчета, лабораторной и производственной проверки режимов стерилизации;

- впервые в качестве альтернативы яичному белку показана возможность использования отечественных ингредиентов – концентрата сывороточных белков и сухой молочной сыворотки, обладающих пенообразующими свойствами и ранее не применявшихся в качестве пенообразователей, при производстве сбивных кондитерских изделий;

- научно обоснованы технологические приемы: использования отходов виноделия (головной и хвостовой фракций) в качестве вторичных сырьевых ресурсов, что позволило увеличить выход дистиллятов по сравнению с действующей технологией на 9,8 %; использования фруктовых выжимок, обладающих высокой пищевой ценностью (пищевые волокна) для использования в кондитерской продукции; по уменьшению образования отходов виноделия и их переработки с целью снижения негативного влияния на загрязненность окружающей среды [1];

- исследованы процессы баро- и электромембранного разделения, концентрирования, деминерализации и осветления технологических растворов крахмалопаточного производства в лабораторных условиях. Обоснованы технологические режимы и параметры ведения электромембранных процессов. Установлена эффективность применения баро- и электромембранных процессов разделения, концентрирования и деминерализации промежуточных и побочных продуктов переработки растительного сырья на крахмал и его производные;

- установлены зависимости структурной и окислительной устойчивости жировых эмульсий от различных технологических факторов (скорости перемешивания, продолжительности процесса эмульгирования, температуры технологического процесса, введения сухого яичного желтка и яичного порошка, сухого обезжиренного и цельного молока); жировых смесей, используемых при производстве конфет на жировой основе [2].

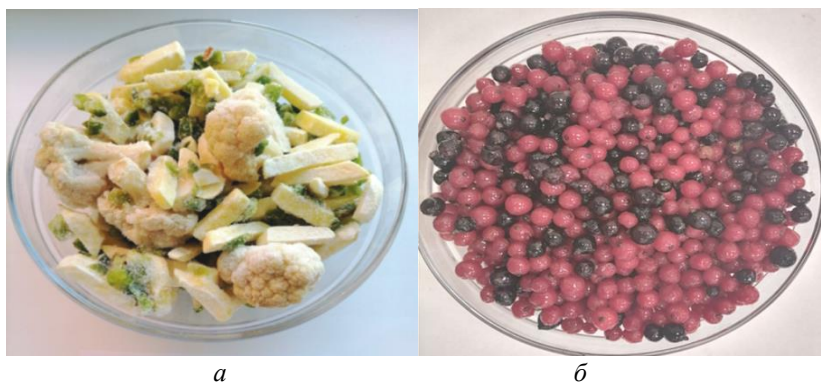
Впервые в Республике Беларусь проведены сравнительные исследования по оценке влияния потребления рафинированных дезодорированных растительных масел (рапсового, подсолнечного) и смесей растительных масел у лиц с избыточной массой тела и здоровых

добровольцев, которые подтвердили, что регулярное потребление рапсового масла и смесей растительных масел на его основе способствует снижению риска развития патологии сердечно-сосудистой системы [3].

В 2025 году специалистами Центра разработаны методические указания, позволяющие в Республике Беларусь на законодательном уровне выявлять фальсифицированную соковую продукцию. На основе экспериментальных исследований идентификационных показателей соковой продукции и исследования их взаимосвязи между собой, определены маркеры, характерные для натуральных соков, разработана матрица маркеров, характеризующая аутентичность основных востребованных фруктовых соков (яблочный, гранатовый, виноградный, апельсиновый) и концентрированных фруктовых соков, используемых перерабатывающими предприятиями в качестве сырья, в том числе для производства продуктов для питания детей. Разработаны методические указания по проведению идентификации и подтверждению подлинности соковой продукции включены в государственные стандарты СТБ 1823-2008 «Консервы. Соки фруктовые прямого отжима. Общие технические условия» и к СТБ 1825-2008 «Соки фруктовые концентрированные Технические условия», что позволяет на законодательном уровне выявлять фальсифицированную соковую продукцию.

Рис. 1. Овощная смесь «Овощное ассорти» (а) и компотная смесь «Смородинка» (б)
для детского питания

Впервые в Республике Беларусь разработана поточная технология производства новых видов замороженных смесей из растительного сырья для общего и детского питания на филиале «Тепличный» РУП «Витебскэнерго». Разработанный алгоритм расчета регулируемых параметров механизмов загрузки компонентов сложносоставных



замороженных смесей на операции дозирования позволил снизить допускаемые отклонения массовой доли компонентов для смесей, в состав которых входят целые томаты, брюссельская и цветная капуста на 10 %, в остальных смесях – на 5 %, от ранее нормируемых в ТНПА. Технология позволяет в поточном режиме выпускать овощные и фруктовые смеси шоковой заморозки. Время пребывания растительного сырья в камере замораживающего флюидизационного туннеля меньше в 5-10 раз по сравнению с заморозкой в стационарных камерах и составляет 7-20 мин при температуре минус 32 °С, в зависимости от вида и размеров кусочков сырья. Уровень общей обсемененности КМАФАнМ снижен на 30 % в сравнении с аналогичной продукцией импортного производства, а стоимость отдельных видов продукции на 10-15 % ниже аналогичной импортируемой. Разработка смесей для детского питания позволяет освоить новую нишу производства полуфабрикатов для приготовления школьных обедов.

Впервые в республике разработана технология изготовления ферментированных овощей и фруктов с применением чистых культур молочнокислых бактерий, что позволило повысить управляемость процессом ферментации овощей и фруктов с целью стабилизации

их качественных характеристик. Введение в ферментируемый продукт молочнокислых бактерий обуславливает чистоту процесса ферментации и минимизирует накопление побочных продуктов брожения фруктов, в том числе снижает массовую долю летучих кислот и минимизирует спиртовое брожение [4].



Рис. 2. Пектиносодержащая консервированная продукция – «Нектар яблочно-черничный» и «Нектар яблочно-малиновый» – победитель международных конкурсов

Освоение на предприятиях республики производства ферментированных овощей и фруктов с применением чистых культур молочнокислых бактерий, позволит расширить рынок республики отечественной ферментированной продукцией, обеспечить население высококачественной, востребованной продукцией, отвечающей требованиям рационального питания и улучшения пищевого статуса в целом.

Разработана технология изготовления пектиносодержащей консервированной продукции, как дополнительно обогащенной пектином, так и с нативным содержанием пектиновых веществ, предназначенная для питания работников, связанных с вредными условиями производства, с целью снижения риска развития заболеваний, сохранения и улучшения здоровья за счет очищения организма от тяжелых металлов и радионуклидов. Массовая доля пектиновых веществ в продукции составит не менее 0,8 %, комплексообразующая способность пектина в продукции (по свинцу) – не менее 70 %. По сравнению с зарубежными аналогами стоимость пектиносодержащих консервированной продукции ориентировочно будет снижена в 1,5 раза. Содержание углеводов в пектиносодержащих десертах и пюре уменьшено до 20 %, содержания массовой доли пектиновых веществ – (1,22-1,5) % при нормируемом значении – не менее 0,8 % и комплексообразующей способности пектина (по свинцу) в продукции (96,9-99,8) % при норме не менее 70 % доказывают высокую эффективность разработанной продукции.

Изучено влияние низкотемпературного отжима маслосемян рапса на формирование показателей качества и безопасности нерафинированного рапсового масла и разработан ассортимент масложировой продукции на его основе: масло растительное-смесь с оптимальным жировым составом, масло рапсовое с растительными добавками, салатная заправка. Установлено, что прессование маслосемян рапса при температуре 60 °С позволяет получить нерафинированное рапсовое масло с высокими органолептическими и качественными характеристиками.

По сравнению с рафинированным маслом в нерафинированном рапсовом масле, изготовленном по технологии низкотемпературного прессования, содержание каротиноидов увеличивается в 21,7 раз, токоферолов – в 1,6 раз, стеринов – в 3,6 раз. На основании исследований окислительной стабильности нерафинированного рапсового масла низкотемпературного отжима в процессе хранения установлены показатели качества нерафинированного рапсового масла, предназначенного для непосредственного

употребления в пищу, позволяющие обеспечить его длительные сроки годности (кислотное число масла после изготовления – не более 1,5 мг KOH/г, перекисное число – не более 5,0 ммоль [$\frac{1}{2}$ O]/кг).



Рис. 3. Лабораторные образцы масла рапсового с растительными добавками

Работы, проводимые специалистами Центра, демонстрируют высокий уровень научных достижений и практической реализации в пищевой отрасли. Созданы инновационные технологии производства, повышающие качество и безопасность, а также расширяющие ассортимент продуктов питания. Полученные результаты способствуют развитию собственной научной базы, позволяют эффективно использовать сырье и снижать экологическую нагрузку, а также обеспечивают конкурентные преимущества на внутреннем и мировом рынках. В дальнейшем перспективным направлением остается внедрение разработок в производство и повышение их социальной значимости, способствующее улучшению пищевого статуса населения Республики Беларусь.

Список литературы

1. Юденко О.Н., Xiangyu Sun, Mukesh Kumar Awasthi, Комарова Н.В., Сидоренко А.В., Зубковская О.Л., Рабчонок Н.Р., Урсул М.А. Перспективные направления развития перерабатывающих предприятий виноделия в условиях сотрудничества Беларуси и Китая // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2025. – № 2 (68). – С. 40-47.
2. Жакова К.И., Пчельникова А.В., Бабодей В.Н. Исследование влияния рецептурного состава на показатели окислительной устойчивости эмульсионных продуктов прямого типа // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2024. – № 3 (65). – С. 41-48.
3. Почицкая И.М., Журня А.А., Окулова Т.В., Черняк С.В. Перспективы использования рапсового масла и масложировых продуктов на его основе в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с избыточной массой тела // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2025. – Т. 63. – № 4. – С. 343-352.
4. Окунева Т.Ю., Баровская Н.А., Павловская Л.М., Головнева Н.А. Чистые культуры молочнокислых бактерий – основа направленного и контролируемого процесса ферментации // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2025. – Т. 18. – № 2 (68). – С. 75-81.

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ В РЕГИОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Лачугин А.П.^{1,2}, аспирант

Научный руководитель – Мотовилов О.К.², д-р техн. наук, доцент, г.н.с.

¹Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: lachugin_ap@niig.su

Аннотация. Рассмотрены вопросы снабжения фруктами, овощами и другими продуктами питания, обеспечивающими полноценное питание жителей северных районов. Описаны современные методы обработки и упаковки продуктов питания, направленные на улучшение их качества и сохранность питательных веществ, а также перспективы внедрения инновационных технологий в практику переработки сельскохозяйственной продукции. Подчеркнута необходимость комплексного подхода к решению проблем дефицита минералов и витаминов, особенно значимого для устойчивого развития Арктической зоны РФ.

Ключевые слова: обработка плодовоовощного сырья, Крайний Север, срок годности

В условиях новой геополитической реальности Россия продолжает активно развивать территорию Крайнего Севера. Задачи, стоящие перед страной, многообразны и направлены на всестороннюю поддержку Арктической зоны РФ. Они включают укрепление национальной безопасности, стимулирование экономического роста, повышение благосостояния и продолжительности жизни коренных и приезжих жителей и работников Крайнего Севера [1].

Стоит отметить, что вопрос улучшения качества жизни неразрывно связан с организацией правильного питания населения. Для жителей Крайнего Севера данная проблема является наиболее острой, так как исследователями отмечается низкое содержание необходимых элементов в северной биосфере, что создает значительные биологические нагрузки для населения, увеличивая риск развития микроэлементозов, приводящих к возникновению заболеваний [2, 3]. Исследователи выявили, что жители как Азиатского, так и Европейского Севера имеют схожие проблемы с элементарным статусом, проявляющиеся в дефиците кобальта, селена, кальция и йода. Приезжие жители, в свою очередь, сталкиваются с дополнительным акклиматизационным дефицитом железа, селена и фтора [3].

Помимо особых климатогеографических условий к причинам возникновения витаминной и минеральной недостаточности можно отнести характерный дефицит продуктов питания. Так, несмотря на увеличение темпов прироста по сборам пшеницы, а также фруктов и ягод на территории Крайнего Севера в 2017-2020 гг. (на 15,6 и 27,2% соответственно), наблюдается дефицит фруктов в 70 кг/год на душу населения, а в отдельных регионах самообеспеченность картофелем и бахчевыми культурами составляет 0,1%, что вынуждает осуществлять регулярный завоз продуктов питания из регионов с более благоприятным климатом [4].

В свою очередь, большой разброс местоположения небольших населенных пунктов, их удаленность от промышленных центров, сложность транспортировки продовольствия к местам его потребления в связи с отсутствием на большей части территорий транспортной инфраструктуры приводит к необходимости длительной транспортировки продуктов

питания, что, в свою очередь, снижает их качество [5] и вынуждает искать новые способы обработки продуктов питания.

Традиционным способом продления срока годности продуктов можно считать тепловую обработку. Данный вид охватывает ряд методик, как например бланширование, воздействие горячим воздухом или водяным паром. Термическая обработка обеспечивает ряд преимуществ, таких как минимизация повреждений, вызванных низкими температурами, замедление процессов созревания плодоовощной продукции, элиминация остаточных пестицидов и вредителей, а также эффективный контроль над развитием патогенной микрофлоры. Продолжительность обработки варьируется от кратковременной до пролонгированной, достигающей нескольких суток, что определяется спецификой обрабатываемых плодов [6]. Существенным недостатком данных методов является деградация не только биологически активных компонентов сырья, но и ухудшение его качественных характеристик при длительной обработке.

Процедура обработки высоким гидростатическим давлением, известная также как паскализация, представляет собой технологию, направленную на устранения микробной активности посредством применения минимального термического воздействия. Данный подход обеспечивает практически полное сохранение нутритивных характеристик продукта, однако, согласно некоторым исследованиям, возможно возникновение незначительных изменений в органолептических свойствах сырья, таких как вкус и цвет [7], а также снижению отдельных видов витаминов (например, витаминов С или А).

В качестве одного из инновационных методов можно выделить обработку ультрафиолетовым излучением – она является эффективным и экономичным методом стерилизации в пищевой промышленности, благодаря своему широкому спектру бактерицидного действия и доступности оборудования. Однако стоит учитывать, что применение данного метода на овощных культурах вызывает процессы окисления, что приводит к деградации липидов, разрушению витамина С, а также изменению органолептических характеристик продуктов [8].

Помимо обработки самих продуктов питания особое внимание уделяется используемой таре для хранения и перевозки продуктов питания. Упаковочные решения играют ключевую роль в обеспечении сохранности пищевых продуктов, предохраняя их от деструктивного воздействия биологических агентов и факторов внешней среды. Применение таких систем является залогом поддержания высокого качества продукции для конечного потребителя. Современный рынок предлагает широкий спектр упаковочных технологий, начиная от традиционных методов, таких как вакуумирование и упаковка в модифицированной газовой среде, и заканчивая инновационными разработками, включая активную и «умную» упаковку [9].

Необходимо подчеркнуть, что ряд перспективных технологий находится на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Несмотря на многолетние усилия по их разработке, широкое промышленное внедрение сталкивается с препятствиями, обусловленными потребностью в строгих мерах предосторожности, потенциальным негативным влиянием на пищевые продукты в отдельных случаях, а также экономической неэффективностью [9].

Таким образом, многообразие существующих методов обработки и хранения плодоовощного сырья приводит либо к необходимости подбора технологий, удовлетворяющим текущим условиям доставки в труднодоступные регионы, либо разработки более усовершенствованных, которые способны решить текущие проблемы витаминно- и минералдефицитов, характерных для коренных и приезжих жителей Крайнего Севера.

Список литературы

1. Вопиловский С.С. Опорные экономические комплексы Арктического региона России // Арктика и Север. - 2025. - № 60. - С. 26-41. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2025.60.26.
2. Борисов В.В. Роль дефицита микроэлементов в снижении фертильности и развитии бесплодия (клиническая лекция) // Клинический разбор в общей медицине. - 2021. - № 4. – С. 64-70. DOI: 10.47407/kr2021.2.4.00062.
3. Горбачев А.Л. Микроэлементный статус и здоровье жителей северных регионов: научный обзор // Экология человека. - 2025. - Т. 32. - № 4. - С. 225-238. DOI: 10.17816/humeco646046.
4. Рюмкина И.Н., Имескенова Э.Г., Алтаева О.А., Терютина М.М., Харченко Е.В. Организация сельского хозяйства в условиях эколого-климатических ограничений в арктических и субарктических регионах России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 9. - С. 180-189.
5. Полешкина И.О. Оценка эффективности продовольственного обеспечения районов Крайнего Севера России // Экономика региона. - 2018. - Т. 14. - Вып. 3. - С. 820-835.
6. Mahajan P.V., Caleb O.J., Singh Z., Watkins C.B., Geyer M. Postharvest Treatments of Fresh Produce // Philos. Trans. Royal Soc. A. - 2014. - Vol. 372. DOI: 10.1098/rsta.2013.0309.
7. Yamamoto K. Food Processing by High Hydrostatic Pressure // Bioscience, Biotechnol. Biochem. - 2017. - Vol. 81 (4). - P. 672-679. DOI: 10.1080/09168451.2017.1281723.
8. Докучаева И.С., Гумерова Г.Х., Хакимова Е.Г. Проблемы технологии лучевой стерилизации пищевых продуктов // Вестник Казанского технологического университета. - 2016. - Т.19. - № 17. - С. 169-171.
9. Бурак Л.Ч. Использование современных технологий обработки для увеличения срока хранения фруктов и овощей. Обзор предметного поля // Ползуновский вестник. - 2024. - № 1. - С. 99-119. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.013.

<https://doi.org/10.26898/2026-334>
УДК 637.524.3:637.23

РАЗРАБОТКА СЛИВОЧНОГО КРЕМА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Мацук А.А., студент

Научный руководитель – Копоть О.В., канд. с.-х. наук, доцент
Гродненский государственный аграрный университет,
Гродно, Республика Беларусь
e-mail: chernila005@gmail.com; kopot.olga.ggau@gmail.com

Аннотация. Разработана рецептура сливочного крема с растительными добавками – пшеничной клетчаткой и восстановленной ламинарией – для использования в полукопченых колбасах для оптимизации органолептических характеристик и повышения экономической эффективности производства. Проведен органолептический анализ для выбора оптимальной концентрации, исследованы показатели качества и пищевой ценности колбасных изделий.

Ключевые слова: колбасы полукопченые, сливочный крем, клетчатка пищевая, восстановленная ламинария, пищевая ценность, органолептические и физико-химические показатели

Одной из отраслей пищевой промышленности, занимающей наибольший удельный вес в отраслевой структуре, является мясная промышленность. Она обеспечивает производство и реализацию мяса и мясoproдуктов населению. От качества реализуемой мясной продукции во многом зависит ежедневный рацион человека, влияющий на состояние здоровья и качество жизни. Одним из наиболее часто используемых видов мясной продукции являются колбасы. Это обусловлено простотой употребления (не требует предварительной подготовки), относительно небольшой стоимостью и большим разнообразием вкусов и способов подачи покупателю.

Одним из ключевых условий создания успешного и прибыльного ассортимента колбасных изделий является ориентация предприятия на вкусы и предпочтения потребителей. Современный человек все чаще задумывается о сбалансированности своего рациона, состоянии здоровья и образа жизни, что сказывается на выборе продуктов питания. Он становится избирательным не только к цене, но и к составу, формату, качеству упаковки, а также к условиям хранения продукта.

На данный момент предприятия мясной промышленности выпускают широкий ассортимент колбасных изделий, однако в нем мало колбас, которые могли бы удовлетворить не только вкусовые потребности человека, но и выступить в качестве функциональных продуктов или продуктов профилактического назначения.

По оценке ВОЗ, более 2 млрд жителей Земли (35–40% населения) имеют недостаток йода в питании, приводящий к развитию йододефицитных заболеваний. Дефицит йода и связанные с ним заболевания приобрели острую социальную значимость, а борьба с йододефицитом стала одной из приоритетных задач. Основными способами повышения количества потребляемого человеком йода является йодирование соли и употребление продуктов с высоким содержанием данного микроэлемента.

Основными источниками йода являются морская капуста (ламинария) и морская соль. Содержание йода в ламинарии (сухой) составляет 80,35–200 мг/кг, что значительно превышает его количество в искусственно созданном продукте. Помимо большого содержания йода, в морской капусте также имеются биологически активные вещества, помогающие этот йод усвоить. Органические соединения йода альгофлоры быстрее, чем эквивалентное количество йодистого калия, способствуют нормализации функции щитовидной железы [1].

Химический состав морской капусты представлен большим количеством углеводов, присутствуют азотистые вещества, жиры, витамины и другие полезные компоненты. В составе белка насчитывается 17 индивидуальных аминокислот. Преобладающей является глутаминовая кислота (1,88%), которая участвует в обменных процессах центральной нервной системы и улучшает функции головного мозга. Также две аминокислоты – тирозин (0,9 %) и фенилаланин (1,4%) – необходимы для синтеза гормонов щитовидной железы – тироксина и тиронина. В ламинарии содержится много растворимой клетчатки в виде альгинатов (полисахаридов). Они составляют 40% от массы сухой ламинарии. Альгинаты обладают хорошими водосвязывающими свойствами и образуют гели, поэтому могут стабилизировать пищевые системы.

В данной исследовательской работе для улучшения функционально-технологических и органолептических свойств, а также для снижения себестоимости продукта, была разработана рецептура сливочного крема с использованием в качестве обогащающего компонента ламинарии. В состав крема входили: натуральное коровье сливочное масло, яичный порошок, пшеничная клетчатка (как загуститель), восстановленная ламинария и вода. Крем представляет собой жировую эмульсию, которой заменяли часть жирного сырья и часть говядины. Как известно, одной из актуальных проблем производителей мясной продукции является снижение себестоимости продукта без потерь его качества. Для этого производители применяют белковые препараты в качестве замены части мясного сырья. Преимуществом использования сливочного крема является богатый витаминно-

минеральный состав, а также его влияние на органолептические характеристики продукта. Пищевая ценность разработанного сливочного крема в сравнении с белково-жировой эмульсией, которая обычно применяется в производстве колбас, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная пищевая ценность и витаминно-минеральный состав сливочного крема и белково-жировой эмульсии, г/100 г

Компонент	Сливочный крем	Белково-жировая эмульсия
Белки	6,88	6,16
Жиры	31,75	40,98
Углеводы	8,71	1,78
в т.ч. пищевые волокна	3,096	0,5
Энергетическая ценность, кКал	359,2	413,7
<i>Витаминный состав</i>		
А, мкг	289,1	-
Ретинол	0,26	-
В ₁	0,12	0,03
В ₂	0,4	0,01
В ₄	49,5	-
В ₅	0,62	0,005
В ₉ , мкг	5,14	30,9
Д, мкг	0,74	-
Е	0,55	-
К, мкг	7,58	-
РР	1,57	0,07
<i>Макроэлементы</i>		
К	278,7	200
Са	173,4	32,9
Mg	32,11	28,6
Na	118,02	0,27
Р	198,5	76,2
<i>Микроэлементы</i>		
I ₂ , мкг	98,3	-
Fe	1,53	0,97

Как следует из данных табл. 1, разработанный сливочный крем отличается от обычной белково-жировой эмульсии большим количеством белка, углеводов (особенно пищевых волокон) и меньшим содержанием жиров. По большинству рассмотренных витаминов и минералов отмечается существенный сдвиг в сторону увеличения их содержания.

Основным компонентом крема является сливочное масло. В производстве колбас его используют для придания насыщенного вкуса, мягкости и сочности. Масло образует вокруг мяса защитную пленку, которая помогает удерживать влагу, делая готовое блюдо сочным и нежным. В качестве жир- и влагоудерживающего компонента в креме используется пшеничная клетчатка. В связи с тем, что пищевые волокна клетчатки имеют капиллярную структуру, удержание воды происходит поверхностью волокон, а также внутри капиллярных каналов в трехмерном каркасе. Это способствует тому, что влага равномерно распределяется и прочно удерживается. Пищевые волокна способствуют образованию эмульсий типа жир в воде и стабилизируют их. При использовании в рецептурах пшеничной клетчатки значительно увеличивается жироудерживающая способность (ЖУС) фаршей (до 70%). Использование пшеничной клетчатки в количестве до 2,0% от общей массы фарша с последующей выдержкой в течение не менее одного-двух часов дает возможность улучшить адгезионные, а также функционально технологические свойства [2].

Для обогащения сливочного крема, а, в дальнейшем, разрабатываемого продукта, взамен части масла введена восстановленная ламинария в количестве 13%. Гидратацию

проводили в соотношении 1:6 в течение 12 часов. Также в рецептуру крема входит сухое обезжиренное молоко. Используется как для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических свойств, так и в качестве эмульгатора.

В ходе исследования была разработана рецептура полукопченой колбасы с добавлением сливочного крема, выбрано оптимальное количество внесения сливочного крема и обоснована целесообразность разработки данного вида продукции. Контрольным образцом являлся образец, который производят мясоперерабатывающие предприятия Республики Беларусь – колбаса полукопченая «Краковская». В опытных образцах вводили сливочный крем в количестве 10, 15 и 20% от массы. Определяли изменения основных органолептических показателей качества для установления оптимальной концентрации внесения добавки.

Так, установлено, что все образцы по внешнему виду не имели существенных отклонений от требований нормативных документов на полукопченую краковскую колбасу. Консистенция упругая. Цвет темно-красный, в образцах с добавлением ламинарии – заметны ее вкрапления размером около 1-2 мм. Образцы с добавлением сливочного крема отличаются приятным сливочным вкусом, более нежной и сочной консистенцией. В результате органолептического анализа для дальнейших исследований был выбран образец № 3 с содержанием крема 15%.

Для обоих образцов рассчитали пищевую ценность (табл. 2). В опытном образце наблюдается снижение белка на 0,84 %, однако, в составе появляются пищевые волокна, йод и комплекс витаминов, что повышает биологическую ценность продукта (табл. 3).

Таблица 2

Показатель	Пищевая ценность продукта		Требования СТБ
	Образец контрольный	образец опытный	
Массовая доля белка, г/100 г	14,28	14,16	Не менее 12
Массовая доля жиров, г/100 г	51,84	45,91	Не более 60
Массовая доля углеводов, г/100 г	-	1,54	Не нормируется
В т. ч. пищевых волокон	-	0,54	Не нормируется
Энергетическая ценность, ккал	540,62	491,24	Не нормируется

Расчет экономической эффективности производства данного вида колбас показал, что себестоимость опытного образца ниже (19,40 бел. руб.), чем контрольного (20,06 бел. руб.). Меньшая себестоимость опытного образца при аналогичной рентабельности выделяет его как перспективный продукт, который может приносить достойную прибыль при меньших производственных расходах.

Таким образом, разработанную рецептуру сливочного крема рекомендуем для использования в колбасном производстве для расширения ассортимента выпускаемой продукции, улучшения органолептических показателей и повышения пищевой ценности.

Таблица 3

Биологическая ценность продукта			
Нормируемый показатель	Образец		Суточная потребность
	контрольный	опытный	
Витамины			
Витамин А, мкг	0	27,75	900,0
β-каротин, мг	0	0,02	5,0
Витамин В ₁ , мг	0,35	0,31	1,5
Витамин В ₂ , мг	0,14	0,18	1,8
Витамин В ₄ , мг	30	38,4	500,0
Витамин В ₅ , мг	0,47	0,52	5,0
Витамин В ₆ , мг	0,34	0,29	2,0
Витамин В ₁₂ , мкг	0,84	0,86	3,0
Витамин D, мкг	0	0,03	10,0
Витамин E, мг	0,37	0,50	15,0
Витамин K, мкг	0	1,32	120,0
Витамин PP, мг	6,4	5,90	20,0
Минеральные вещества			
K, мг	289,5	310,91	2500
Ca, мг	7,60	40,21	1000
Mg, мг	23,10	20,02	400
P, мг	164,63	181,52	800
Fe, мг	1,97	2,14	18
I ₂ , мкг	6,74	25,42	150

Список литературы

1. Чернуха И.М., Вострикова Н.Л., Юшина Ю.К. Изучение йодосодержащих продуктов для их использования в мясной промышленности // Все о мясе. – 2009. – № 3. – С. 30-31.
2. Прянишников В.В. Пищевые волокна в технологии мясных полуфабрикатов // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. - 2016. - № 5. - С. 25-26.

<https://doi.org/10.26898/2026-335>
УДК 664.3:579.5/574

СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ СО₂-ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НУТРИЦЕВТИКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Медведенко А.В., аспирант

Научный руководитель – Мотовилов О.К., д-р техн. наук, доцент

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: MedvedenkoAV@sfscs.ru

Аннотация. Современная нутрициология переходит от концепции простого «насыщения» энергией и макронутриентами к концепции активного управления здоровьем и профилактики хронических неинфекционных заболеваний, что требует новых подходов к разработке функциональных продуктов питания. Биологически активные вещества (БАВ) растительного происхождения, обладая плеiotропным действием, способностью

модулировать экспрессию генов, микробиоту кишечника и окислительный стресс, занимают ключевое место в этой парадигме. В работе обоснована актуальность исследований по извлечению БАВ из растительного сырья и созданию нутрицевтиков нового поколения с использованием сверхкритической CO₂-экстракции (СКФЭ), обеспечивающей сохранение термолабильных и чувствительных к окислению соединений и исключающей применение токсичных растворителей. Показаны механизмы действия основных классов растительных БАВ (полифенолы, флавоноиды, изотиоцианаты) с акцентом на эпигенетическую регуляцию, противовоспалительные эффекты и модуляцию микробиоты кишечника. Приведены данные о синергизме компонентов фитокомплексов, благодаря которому биологическая активность поликомпонентных экстрактов превышает активность отдельных изолированных веществ. Выполнен краткий сравнительный анализ традиционных и инновационных методов экстракции растительного сырья, показаны преимущества СКФЭ с позиций эффективности, селективности и экологичности. Обоснована интеграция СКФЭ с принципами «зелёной» химии и концепцией устойчивого развития.

Ключевые слова: биологически активные вещества, нутрициология, сверхкритическая CO₂-экстракция, нутрицевтики, функциональные продукты, полифенолы, фитокомплексы, профилактическая медицина

Введение. Современная нутрициология рассматривает растительные биологически активные вещества как инструмент превентивной медицины и нутрициологической коррекции, способный модифицировать процессы воспаления, окислительного стресса, углеводного и липидного обмена [3, 10, 12]. Традиционная концепция питания была ориентирована на покрытие энергетических потребностей и предотвращение дефицита незаменимых нутриентов, однако эпидемиологические и молекулярно-биологические данные показали, что длительное несбалансированное питание способствует развитию хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) – сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2-го типа, онкологических и нейродегенеративных патологий [10, 12, 14]. Растения как источники полифенолов, флавоноидов, алкалоидов, терпеноидов и других вторичных метаболитов приобретают особое значение для разработки инновационных пищевых технологий и нутрицевтиков [3, 5, 6, 12]. Согласно стратегическим документам Российской Федерации, приоритетным направлением является создание биотехнологий для получения концентратов БАВ с целью обогащения пищевых систем [13, 14].

Цель работы – провести научное обоснование актуальности извлечения БАВ из растительного сырья и разработки нутрицевтиков нового поколения с использованием технологии СКФЭ, учитывая механизмы действия растительных БАВ, их синергизм и экологические аспекты процесса [2, 9, 13].

Материалы и методы. Работа представляет собой обзор литературных источников российских и зарубежных авторов по механизмам действия растительных БАВ, технологиям экстракции растительного сырья, применению СКФЭ в пищевой промышленности и созданию функциональных продуктов. Анализировались публикации из журналов, входящих в перечень ВАК РФ, баз РИНЦ, Scopus и Web of Science за 2010–2025 гг., отобранные по критериям актуальности, научной значимости и наличия количественных результатов.

Биологически активные вещества и их плеiotропное действие. Растительные БАВ отличаются от классических нутриентов способностью оказывать множественные эффекты на различные звенья метаболизма без единственной узкой функции [3, 5, 6, 12]. Флавоноиды (кверцетин, катехины, антоцианы) одновременно проявляют антиоксидантную, противовоспалительную и сигнальную активность, регулируя экспрессию генов и клеточные сигнальные пути [3, 4, 8, 10, 12]. Ресвератрол активирует сиртуины (SIRT1, SIRT3), подавляет NF-κB, улучшает митохондриальную функцию и чувствительность к инсулину [3, 5, 10, 11]. Куркумин ингибирует провоспалительные сигнальные пути, активирует Nrf2 и усиливает продукцию эндогенных антиоксидантов, демонстрируя гепатопротективные и

противоопухолевые эффекты [3, 5, 10-12]. Сульфорафан, представляющий класс изотиоцианатов, ингибирует гистондеацетилазы, индуцирует ферменты II фазы детоксикации и проявляет выраженное противовоспалительное действие [3, 5, 10]. Эпигенетические эффекты многих полифенолов реализуются через изменение метилирования ДНК и модификаций гистонов, что влияет на доступность промоторов генов-супрессоров опухолей и генов, участвующих в противовоспалительном ответе [3-5, 10, 12]. Таким образом, растительные БАВ могут рассматриваться как мягко действующие эпигенетические модуляторы, интегрированные в пищевой рацион [3, 10, 12].

Модуляция кишечного микробиома. Пищевые волокна и полифенолы частично достигают толстой кишки, где метаболизируются микробиотой с образованием короткоцепочечных жирных кислот (ацетат, пропионат, бутират) [5, 10, 14]. Эти метаболиты являются важными сигнальными молекулами: бутират служит основным энергетическим субстратом для клеток эпителия толстой кишки, укрепляет барьер и снижает его проницаемость, тогда как ацетат и пропионат через G-белок-связанные рецепторы участвуют в регуляции воспаления, аппетита и чувствительности к инсулину [5, 10, 14]. Полифенолы дополнительно модулируют состав микробиоты, стимулируя рост полезных бактерий и подавляя оппортунистические виды [5, 10]. Связь дисбиоза с развитием ожирения, метаболического синдрома и воспалительных заболеваний кишечника делает управление микробиотой важной мишенью нутрицевтических подходов [5, 10, 12, 14].

Синергизм компонентов фитокомплексов. Ключевое преимущество растительных экстрактов перед изолированными веществами - синергизм их компонентов [6, 7, 10, 12]. Примером служит комбинация куркумина и пиперина: пиперин существенно повышает биодоступность куркумина за счет ингибирования его метаболизма и усиления абсорбции, что приводит к более выраженному противовоспалительному и противоопухолевому эффекту по сравнению с моносоставами [3, 6, 7, 10, 11]. В смесях полифенолов гидроксикоричные кислоты и флавоноиды действуют как взаимодополняющие антиоксиданты: одни преимущественно активны в водной фазе, другие - в липидных мембранах, а более сильные восстановители регенерируют радикальные формы других антиоксидантов, многократно усиливая суммарный эффект [6, 10, 12, 14]. Комплексные экстракты, содержащие полифенолы, алкалоиды и эфирные масла, обеспечивают комплексное воздействие на метаболизм, воспаление и микробиоту [6-8, 10]. Считается, что растительные матрицы эволюционно «подобраны» таким образом, чтобы обеспечивать максимальный биологический эффект при минимальном риске побочных действий [6, 7, 12].

Методы экстракции БАВ и преимущества СКФЭ. Состав и активность готового экстракта в значительной степени определяются методом экстракции. Традиционные методы (мацерация, перколяция, экстракция Сокслета) просты в реализации, но характеризуются длительностью процесса, высоким расходом растворителей и риском термической и окислительной деградации ценных компонентов [1, 2, 9]. Инновационные подходы - ультразвуковая, микроволновая и сверхкритическая флюидная экстракция - обеспечивают более высокую эффективность и селективность извлечения [2, 9, 13].

Сверхкритическая CO₂-экстракция занимает одно из ведущих мест среди «зеленых» технологий получения растительных экстрактов. CO₂ в сверхкритическом состоянии (T > 31 °C, P > 73 бар) обладает высокой растворяющей способностью, близкой к органическим растворителям, при этом остается нетоксичным и легко удаляемым из продукта [2, 9, 13]. Процесс проводится при умеренных температурах, что позволяет сохранять термолабильные соединения - витамины, антиоксиданты, летучие компоненты - и минимизировать окислительную деградацию чувствительных веществ, таких как каротиноиды и полиненасыщенные жирные кислоты [2, 9]. Регулируя давление и температуру, а также добавляя небольшие количества полярных модификаторов (этанол, вода), можно управлять селективностью и получать фракции от преимущественно неполярных до умеренно полярных БАВ. Отсутствие остаточных органических

растворителей и возможность многократного рециклирования CO₂ делают СКФЭ привлекательной технологией для пищевой промышленности и производства нутрицевтиков [2, 9, 14].

Заключение. Растительные биологически активные вещества, обладающие плейотропным, эпигенетическим и микробиом-опосредованным действием, являются ключевым инструментом современной превентивной нутрициологии. Сверхкритическая CO₂-экстракция обеспечивает получение высокочистых, биологически активных и экологически безопасных экстрактов, максимально сохраняющих природное соотношение компонентов и их синергизм. Разработка нутрицевтиков на основе экстрактов, полученных методом СКФЭ, соответствует приоритетам государственной политики Российской Федерации в области пищевой безопасности и здорового питания, а также стратегическим направлениям научно-технологического развития и поддержки рынка функциональных продуктов до 2030 года [15]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию параметров СКФЭ для различных видов растительного сырья, стандартизацию экстрактов и оценку их клинической эффективности.

Список литературы

1. Мижева А.А., Фоменко И.А., Карачун А.И., Краснова В.В. Обзор способов извлечения биологически активных соединений из продуктов переработки льняного семени // Вестник ВГУИТ. - 2024. - Т. 86. - № 4. - С. 40–51.
2. Menshutina N.V., Artemiev A.I., Khudeev I.I., Kazeev I.V., Bocharova O.A. Применение сверхкритической экстракции для выделения химических соединений // Известия вузов. Сер.: Химия и химическая технология. - 2021. - Т. 64. - № 6. - С. 4–19.
3. Эпигаллокатехин-3-галлат и его терапевтический потенциал в профилактике хронических заболеваний // Acta Biomedica Scientifica. - 2024. - Т. 9. - № 6. - С. 22–33.
4. Аметова Л.О., Процай Н.А., Морозенко А.А. и др. Комплексный обзор влияния полифенолов вина и их метаболитов на здоровье кишечника и организма в целом // Международный научно-исследовательский журнал. - 2025. - № 2 (152).
5. Мачнева И.А. Синергизм фитохимических веществ растительной пищевой матрицы: механизмы, функциональность // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2025. - Т. 93. - № 3. - С. 127–142.
6. Вагнер Х., Ульрих-Мерцених Г. Исследование синергии: создание нового поколения фитопрепаратов // РМЖ. - 2016. - № 3. - С. 183–189.
7. Черевач Е.И., Грицай Е.В., Титова С.В. Методология оценки физиологической активности биологически активных добавок // Вопросы питания. - 2016. - Т. 85. - № 2. - С. 12–18.
8. Кушнерова Н.Ф., Новиков Н.Н., Нероев В.В. Антиоксидантная система организма при пищевом воздействии полифенолов // Пищевая промышленность. - 2015. - № 8. - С. 22–25.
9. Шульгина Л.В., Никифоров А.А., Сиротина В.И. Экстракты растений в профилактике и лечении метаболического синдрома // Вопросы питания. - 2017. - Т. 86. - № 4. - С. 31–37.
10. Gut microbiome-mediated health effects of fiber and polyphenols: a holistic review // Frontiers in Nutrition. - 2025. - Vol. 8. - Art. 1647740.
11. Белоусов Р.С. Научный обзор: механизмы действия ресвератрола, куркумина и монолаурина в онкологии // PREPRINTS.RU. 2025.
12. Костюк В.А. Роль вторичных метаболитов растений в системе функционального питания и профилактике заболеваний // News of Biomedical Sciences. - 2022. - Т. 22. - № 1.

13. Алаев Б.С., Банашек В.Э., Карамзин В.А. и др. Применение сверхкритической флюидной экстракции для получения активных компонентов // Биотехнология в пищевой промышленности. - 2020.
14. Позняковский В.М. Функциональные продукты: оценка качества и безопасности. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2019.
15. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Тармаева И.Ю., Погожева А.В. Стратегия научного обеспечения реализации государственной политики в области оптимизации питания населения // Российский вестник гигиены. - 2025. - № 1. - С. 47–52. DOI: 10.24075/rbh.2025.124.

<https://doi.org/10.26898/2026-336>
УДК 638.162

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПОЛИФЛОРНОГО МЕДА ДЛЯ БАТОНЧИКОВ

Мотовилов О.К., д-р техн. наук, доцент, г.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: motovilovok@sfsca.ru

Аннотация. Проведена комплексная оценка полифлорного цветочного меда для обоснования его применения в качестве ингредиента при производстве батончиков. Целью исследования является анализ основных органолептических и биохимических показателей: влажность, редуцирующие сахара, кислотность, диастазное число, содержание пролина и гидроксиметилфурфурала. Исследованы органолептические свойства и ключевые биохимические показатели: влажность, редуцирующие сахара, кислотность, диастазное число, содержание пролина и гидроксиметилфурфурала. Установлено, что образец меда соответствует нормативным требованиям к качеству. Образец обладает оптимальными технологическими свойствами: жидкой консистенцией, низкой влажностью, высоким содержанием сахаров и сохраненной ферментативной активностью. Результаты исследования доказывают, что данный мед является перспективным сырьем при производстве батончиков, позволяя улучшить их вкусоароматические характеристики и обеспечить натуральный состав.

Ключевые слова: полифлорный мед, батончик, функциональный ингредиент, показатели качества, пищевая ценность

Мед натуральный является ценным продуктом питания, обладающим органолептическими свойствами и сложным биохимическим составом, что обуславливает его широкое применение не только в чистом виде, но и в качестве функционального ингредиента в различных пищевых продуктах, в том числе функциональные. При создании батончиков мед выполняет несколько основных функций: он выступает как натуральный подсластитель, обеспечивает пластичную текстуру, связывает компоненты, а также обогащает продукт биологически активными веществами. Актуальность использования меда в таких продуктах подтверждается работами, посвященными созданию злаковых и высокобелковых батончиков, где подчеркивается его значение в улучшении пищевой ценности и потребительских свойств [1-3]. Однако для успешного применения необходимо гарантировать соответствие качества меда установленным нормам, так как его показатели напрямую влияют на стабильность, безопасность и органолептические характеристики готового продукта. Качество меда регламентируется ГОСТ 19792-2017 «Мед натуральный.

Технические условия» и ТР ТС 021/2011 «Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», которые определяют требования к показателям органолептическим, физико-химическим и безопасности. Исследования разных авторов подтверждают вариабельность свойств меда в зависимости от его ботанического и географического происхождения. Например, работы Крысенко Ю.Г. с соавт. [4] и Пашаян С.А. с соавт. [5] посвящены сравнительному анализу различных сортов и пород пчел, что указывает на важность тщательного подбора сырья. При создании батончиков особенно критичны такие показатели, как массовая доля влаги (влияет на микробиологическую стабильность и текстуру), содержание редуцирующих сахаров (определяет сладость и способность к связыванию), диастазное число (показатель свежести и ферментативной активности), свободная кислотность (влияет на вкус) и содержание гидроксиметилфурфурала – индикатор тепловой обработки или длительного хранения. Таким образом, комплексная оценка качества конкретной партии меда, предназначенной для инновационной пищевой продукции, является необходимым этапом, предваряющим разработку рецептуры. Данное исследование направлено на всесторонний анализ органолептических и биохимических показателей образца полифлорного цветочного меда с позиций его дальнейшего использования в производстве батончиков, что позволит обосновать его пригодность и потенциальное влияние на качество конечного продукта.

Цель работы - комплексная оценка органолептических и биохимических показателей натурального цветочного (полифлорного) меда (Алтайский край, Залесовский р-н, с. Залесово) для обоснования его использования в качестве ингредиента при разработке рецептур батончиков. При проведении исследований меда использовали стандартные методы.

Проведенный анализ образца меда выявил его соответствие нормативным требованиям и потенциал для использования в производстве батончиков.

Образец меда характеризуется жидкой консистенцией без признаков кристаллизации, что является благоприятным фактором для его смешивания с другими компонентами батончика (например, злаками, орехами, сухофруктами). Жидкая форма облегчает технологический процесс, обеспечивая равномерное распределение и связывание ингредиентов. Образование непрерывной нити и отсутствие пены свидетельствуют о правильной вязкости и зрелости меда, что коррелирует с данными ГОСТ 19792-2017. Цвет (желтый) и аромат (сильный, приятный цветочный) формируют привлекательные органолептические характеристики, которые будут положительно влиять на восприятие готового батончика. Вкус сладкий, гармоничный, без посторонних привкусов, с продолжительным цветочным послевкусием. Это согласуется с описанием качественного полифлорного меда в работе Пашаян С.А. и Гизатуллиной Ф.Г. [5], где подчеркивается важность органолептики для потребительского выбора. Использование меда при создании батончиков обеспечивает необходимые органолептические характеристики, в том числе аромат и вкус, что позволяет частично или полностью отказаться от искусственных ароматизаторов [1, 3].

Массовая доля влаги в исследуемом меде составила $15,6 \pm 0,3$ %, что находится в пределах нормы, установленной ГОСТ 19792-2017 (не более 20 %). Данный показатель важен для стабильности будущего батончика. Низкое содержание влаги препятствует развитию микроорганизмов, в частности, дрожжей, способных вызвать брожение. Это особенно актуально для продуктов с длительным сроком хранения, какими часто являются батончики. Полученное значение (15,6 %) близко к результатам, приведенным в исследовании Шляминой О.В. с соавт. [6], где изучался мед разных регионов. Такой уровень влажности обеспечивает хорошие связующие свойства без риска избыточного увлажнения сухих компонентов (хлопьев, орехов), что могло бы привести к потере хрустящей текстуры.

Массовая доля редуцирующих сахаров ($81,89 \pm 0,26$ %) соответствует требованиям ГОСТ 19792-2017 (не менее 80 % для цветочного меда). Высокое содержание редуцирующих

сахаров (в основном глюкозы и фруктозы) обуславливает высокую сладость меда, что позволяет снизить количество добавленных сахаров в рецептуре батончика. Кроме того, эти сахара являются гигроскопичными, что помогает поддерживать влажность продукта и предотвращает его излишнее высыхание, сохраняя мягкую и пластичную текстуру, как в батончиках, описанных Małecki J. с соавт. [3].

Свободная кислотность меда ($22,3 \pm 2,2$ мэкв/кг) не превышает допустимый уровень (не более 40 мэкв/кг по ГОСТ 19792-2017). Кислотность меда, обусловленная наличием органических кислот, вносит приятную гармонизирующую ноту в его вкус, балансируя излишнюю сладость. Для батончика это также положительный фактор, так как легкая кислинка может дополнить общий вкус. Полученное значение находится в типичном для качественного меда диапазоне и согласуется с данными, приведенными в работе Крысенко Ю.Г. и др. [4].

Диастазное число меда (15 ± 2 ед. Готе) значительно превышает минимальное требование ГОСТ 19792-2017 (не менее 8 ед. Готе). Диастазное число является важным показателем натуральности и свежести меда, а также его ферментативной активности. Высокое значение свидетельствует о том, что мед не подвергался длительному или интенсивному нагреванию, которое разрушает ферменты. Для батончика это означает, что использовалось сырье высокого качества, сохранившее свои природные ферменты. В исследованиях, например, Шляминой О.В. [6], также отмечаются высокие значения диастазного числа в натуральных образцах.

Массовая доля пролина в меде ($288,2 \pm 49,3$ мг/кг) соответствует требованиям ГОСТ 19792-2017 (не менее 180 мг/кг). Пролин является основной аминокислотой меда и рассматривается как показатель его зрелости и натуральности. Данный результат свидетельствует о высоком качестве сырья.

Массовая доля 5-гидроксиметилфурфурала в меде (ГМФ) составила $7,0 \pm 1,9$ мг/кг, что существенно ниже предельно допустимой концентрации (не более 25 мг/кг по ГОСТ 19792-2017). Низкое содержание ГМФ подтверждает выводы, сделанные на основе диастазного числа: мед является свежим и не подвергался перегреву. Это необходимо с точки зрения безопасности и качества, так как накопление ГМФ является нежелательным процессом. Качественная реакция на ГМФ отрицательна, что дополнительно и однозначно подтверждает его отсутствие в количествах, определяемых данным методом. Это двойное подтверждение (низкое количественное содержание и отрицательная качественная проба) делает сырье идеальным для использования, исключая риски попадания в продукт избыточного количества этого соединения.

Группа показателей, включающая массовую долю нерастворимых в воде веществ ($0,02 \pm 0,01\%$), отсутствие механических примесей и признаков брожения, является значимой для меда, идущего на производство батончиков. Содержание нерастворимых веществ (частицы пыльцы, воска) находится в пределах, нормируемых ГОСТ 19792-2017 (не более 0,1%) и свидетельствует о высокой степени очистки меда. В сочетании с отсутствием механических примесей (частицы воска, пчел, древесины), что соответствует ГОСТ 19792-2017, это гарантирует, что в готовом батончике не будет посторонних включений, ухудшающих текстуру и вызывающих неприятные ощущения при употреблении. Признаки брожения – это индикатор микробиологической порчи. Их отсутствие, наряду с низкой влажностью, свидетельствует о правильных условиях сбора и хранения, а также о зрелости меда. Для батончика, представляющего собой влажную многокомпонентную систему, использование стабильного меда без признаков брожения является одним из основных факторов для обеспечения микробиологической безопасности и продления срока годности конечного продукта.

Проведенные исследования показали, что анализируемый образец полифлорного меда полностью соответствует требованиям нормативной документации и характеризуется высокими органолептическими и биохимическими показателями. Его свойства –

оптимальная влажность, высокое содержание редуцирующих сахаров, низкое содержание ГМФ, подтвержденное отрицательной качественной реакцией, а также минимальное содержание нерастворимых веществ и полное отсутствие механических примесей и признаков брожения делают его перспективным и технологически целесообразным ингредиентом для создания батончиков. Использование такого меда позволит получить продукт с натуральным составом, привлекательным вкусом и ароматом, а также обеспечить его достаточную микробиологическую и физико-химическую стабильность в течение срока годности.

Список литературы

1. Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А. Обоснование рецептуры и технологии производства злаковых батончиков на основе натурального меда // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2024. – № 4 (87). – С. 29-35.
2. Jabeen S., Huma N., Sameen A., Zia M.A. Formulation and characterization of protein-energy bars prepared by using dates, apricots, cheese and whey protein isolate // *Food science and technology*. – 2020. – Vol. 41. – P. 197-207.
3. Małeckı J., Terpiłowski K., Nastaj M., Sołowiej B.G. Physicochemical, Nutritional, Microstructural, Surface and Sensory Properties of a Model High-Protein Bars Intended for Athletes Depending on the Type of Protein and Syrup Used // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2022. – Vol. 19 (7). – P. 3923.
4. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Васильева И.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза разных сортов меда // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2022. – № 1 (69). – С. 10-15.
5. Пашаян С.А., Гизатуллина Ф.Г. Физико-химические и органолептические показатели мёда пчел разных пород // *АПК: инновационные технологии*. – 2024. – № 3 (66). – С. 44-51.
6. Шлямина О.В., Саматова А.А., Макаева А.Р. и др. Сравнение качества меда натурального и крем-меда по физико-химическим показателям и пыльцевому составу // *Вестник КрасГАУ*. – 2024. – № 10 (211). – С. 223-230.

<https://doi.org/10.26898/2026-337>

УДК 664.859:634.725

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ПРИГОДНОСТИ И ОБОСНОВАНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ ПАСТИЛЫ ИЗ ЯГОД КРЫЖОВНИКА

Мотовилова Н.В., канд. техн. наук, м.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: motovilovanv@sfscs.ru

Аннотация. Проведено исследование по обоснованию срока годности пастилы на основе пюре из свежих и быстрозамороженных ягод крыжовника. В течение 7 месяцев продукцию хранили в полипропиленовых стик-пакетах при температуре 16-20 °С и контролировали динамику физико-химических, микробиологических и органолептических показателей. Установлено, что к концу срока хранения пастилы наблюдалось существенное снижение органолептических оценок и значительный рост микробиологической обсеменённости, значения которой приблизились к предельно допустимым уровням согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». При этом физико-химические показатели оставались стабильными. Основным лимитирующим фактором срока годности пастилы признаны микробиологические показатели. На основании принципа

гарантированного соответствия критериям безопасности и качества на протяжении всего заявленного периода срок годности пастилы составляет 6 месяцев.

Ключевые слова: пастила, крыжовник, срок годности, микробиологические показатели, критерии пригодности

Обоснование сроков годности пищевой продукции является обязательным этапом, гарантирующим ее безопасность и сохранение заявленных потребительских свойств в течение всего периода реализации. Методология этой оценки основывается на принципе лимитирующего показателя, согласно которому срок годности определяется по параметру, первым достигающему критического значения согласно МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 6 марта 2004 г.). Для изделий на фруктовой основе, к которым относится пастила, характерными механизмами ухудшения качества при хранении являются микробиологическая порча, изменение текстуры (усыхание или увлажнение), потеря аромата и сглаживание вкусового профиля [1-3].

Крыжовник представляет ценное сырье для создания функциональных продуктов, обладая высоким содержанием органических кислот, пектинов, витаминов и фенольных соединений [4, 5]. Однако эти же лабильные компоненты могут влиять на стабильность продукта при хранении. Использование разных видов сырья (свежее и быстрозамороженное) и сортов с различным химическим составом требует специального изучения их влияния на хранимоспособность конечного продукта. Современные исследования посвящены в основном разработке рецептур и оценке начального качества фруктовых снеков [5-7], в то время как систематических данных по динамике их показателей при длительном хранении и установлению соответствующих критериев пригодности недостаточно.

Целью работы - разработка критериев пригодности и обоснование срока годности пастилы, изготовленной из пюре свежих и быстрозамороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, на основе комплексного анализа динамики ее физико-химических, микробиологических и органолептических показателей в течение 7 месяцев хранения.

Анализ данных показал высокую стабильность химического состава пастилы в процессе хранения. Наблюдалось статистически значимое, но не критическое с технологической точки зрения снижение массовой доли влаги на 0,2-0,35% от исходных значений (от 14,10–14,59 до 13,75–14,24%) к концу хранения. Это согласуется с данными о продолжающихся процессах испарения связанной влаги в структурированных пектиновых гелях при хранении даже в герметичной упаковке [2, 8]. Содержание сахаров и титруемых кислот также обнаруживало незначительную тенденцию к снижению (например, сахаров в пастиле из свежих ягод сорта Сенатор - с 43,14 до 41,93%, кислот - с 1,73 до 1,79%), что характерно для длительного хранения фруктовых продуктов и может быть связано с медленным протеканием реакций кислотного гидролиза и деградации органических кислот [6, 9]. Следует отметить, что сортовая специфика сохранялась на всех этапах: так, массовая доля сахаров в пастиле из сорта Розовый 2 (53,35-53,79%) оставалась существенно выше, чем в продукте из Сенатора (41,86-41,93%), а титруемая кислотность, напротив, была ниже (1,18% против 1,79-1,82% соответственно), что указывает на стабильность вкуса и аромат, заданных сырьем. Содержание пищевых волокон (изменение в пределах $\pm 0,5\%$ от исходных 12,83-19,89%) и золы (изменение в пределах $\pm 0,1\%$ от исходных 3,95-4,64%) оставалось практически неизменным, подтверждая сохранение макронутриентного состава и минерального комплекса продукта [1, 5]. Таким образом, физико-химические показатели пастилы сохранялись в пределах, характерных для данного вида продукции, и не являлись лимитирующими для установления срока годности в рамках проведенного исследования.

В отличие от физико-химических, микробиологические показатели характеризовались выраженной негативной динамикой в процессе хранения пастилы и стали основным лимитирующим фактором. Начальная обсемененность образцов соответствовала уровню

$(1,36-2,50) \times 10^2$ КОЕ/г для КМАФАнМ, $(0,55-1,82) \times 10$ КОЕ/г для плесеней и $(0,79-2,36) \times 10$ КОЕ/г для дрожжей, что является допустимо низким для данного вида продукции. Однако к концу 6-го месяца хранения количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей увеличилось в 2-4 раза. По истечении 7 месяцев хранения рост микробного числа значительно ускорился: уровень КМАФАнМ в образцах из свежих ягод приблизился к 1×10^3 КОЕ/г (в частности, до $9,58 \times 10^2$ КОЕ/г), а количество плесеней и дрожжей – к 5×10 КОЕ/г. Такая динамика соответствует данным о постепенном истощении антимикробного потенциала кислой среды и природных фенольных соединений ягод в процессе хранения, что создает условия для развития остаточной микрофлоры [9, 10]. Несмотря на то что значения для образцов из быстрозамороженного сырья к концу исследуемого периода в ряде случаев могли оставаться в рамках отдельных нормативов, их резкий рост указывает на истощение стабильности системы продукта и высокую вероятность развития микробиологической порчи в последующий период. Образцы из быстрозамороженного сырья показали статистически значимо меньшую (на 30-50% в зависимости от показателя) конечную обсеменённость по сравнению с аналогами из свежих ягод, что, вероятно, связано с эффектом криошока на начальном этапе переработки. Однако эта разница не была определяющей для итогового заключения о сроке годности.

Органолептические характеристики пастилы прогрессивно ухудшались в течение срока хранения. Наибольшее снижение оценок отмечалось по таким характеристикам, как структура (постепенная потеря первоначальной пластичности, незначительное затвердевание), запах (ослабление яркого аромата крыжовника) и вкус (сглаживание кислосладкого баланса, появление «пресного» оттенка). После 6-ти месяцев хранения продукции общая органолептическая оценка снизилась в среднем на 0,6 балла от исходного уровня (4,68-4,74 балла), оставаясь на хорошем уровне (4,1-4,2 балла). К концу 7-го месяца хранения пастилы снижение суммарной оценки достигло 0,9-1,0 балла, а ее абсолютное значение приблизилось к границе удовлетворительного уровня (3,7-3,8 балла). Подобное ухудшение органолептических свойств при длительном хранении характерно для продуктов, богатых термолабильными ароматообразующими соединениями, и объясняется процессами окисления и летучести ароматических веществ [3, 7]. Таким образом, органолептические свойства пастилы, хотя и деградировали медленнее, чем микробиологические, также внесли вклад в ограничение приемлемого периода ее хранения.

На основе проведенного анализа динамики всех групп показателей пастилы и в соответствии с методологией, изложенной в МУК 4.2.1847-04, определены критические (лимитирующие) критерии ее пригодности (см. таблицу). Сводный анализ показывает, что к концу 7-го месяца хранения продукция достигает пороговых значений по микробиологическим показателям, а ее органолептические качества значительно ухудшаются. Физико-химические показатели при этом остаются стабильными. Согласно принципу лимитирующего показателя и необходимости гарантированного сохранения безопасности и потребительских свойств на протяжении всего заявленного срока, продление хранения пастилы сверх 6 месяцев признано нецелесообразным.

Установление срока в 6 месяцев основано на гарантии соответствия пастилы всем критериям безопасности и качества. К этому моменту микробиологические показатели имеют достаточный резерв до предельных значений, а органолептические свойства сохраняются на высоком уровне. К концу 7-го месяца хранения продукция достигает границы допустимого по микробиологическим показателям и характеризуется значительной потерей потребительских свойств.

В результате проведенных исследований динамики физико-химических, микробиологических и органолептических показателей в процессе хранения пастилы из ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 разработаны критерии пригодности, определяющие ее качество и безопасность. В качестве основных лимитирующих факторов

идентифицированы микробиологические показатели (КМАФАнМ, плесневые грибы, дрожжи), характеризующиеся значительным (в 3-7 раз) ростом к концу 7-го месяца хранения, а также органолептические характеристики (структура, вкус, запах), заметно ухудшающиеся к этому сроку.

**Сводный анализ лимитирующих показателей пастилы из крыжовника
и обоснование срока годности**

Группа показателей / конкретный параметр	Состояние после 6 мес хранения	Состояние после 7 мес хранения	Критерий пригодности / основание для ограничения
<i>Микробиологические</i>			
КМАФАнМ, КОЕ/г	Рост в 2-3 раза от начального уровня; значения в пределах нормы	Значительный рост; приближение к норме у образцов из свежих ягод	$\leq 1 \times 10^3$ КОЕ/г /превышение нормы
Плесени, КОЕ/г	Рост в 2-4 раза от начального уровня; значения в пределах нормы	Рост до $\sim 5 \times 10$ КОЕ/г; приближение к норме	≤ 50 КОЕ/г /превышение нормы
Дрожжи, КОЕ/г	Рост в 2-4 раза от начального уровня; значения в пределах нормы	Рост до $\sim 5 \times 10$ КОЕ/г; приближение к норме	≤ 50 КОЕ/г /превышение нормы
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. <i>Salmonella</i> spp.	Отсутствуют	Отсутствуют	Не допускаются в 25 г продукта/обнаружение
БГКП (колиформы)	Отсутствуют	Отсутствуют	Не допускаются в 1 г продукта/обнаружение
<i>Органолептические</i>			
Общая оценка, балл	4,1-4,2 (хорошо); снижение на $\sim 0,6$ балла от исходного уровня	3,7-3,8 (удовлетворительно); снижение на $\sim 1,0$ балла от исходного уровня	Общая оценка $\geq 3,5$ /несоответствие
Структура (мягкая, пластичная, легко режущаяся)	Незначительное ухудшение пластичности	Заметная потеря пластичности, незначительное затвердевание	$\geq 3,0$ балла; утрата мягкости, пластичности/несоответствие
Запах (чистый, кисло-сладкий, характерный для крыжовника)	Ослабление яркости аромата	Выраженное ослабление аромата, появление «пресного» оттенка	$\geq 3,0$ балла; ослабление аромата, появление посторонних запахов/несоответствие
Вкус (выраженный кисло-сладкий, гармоничный, свойственный крыжовнику)	Незначительное снижение кисло-сладкого вкуса	Значительное снижение кисло-сладкого вкуса, появление пресного оттенка	$\geq 3,0$ балла; утрата вкусовой гармонии, появление посторонних привкусов/несоответствие
<i>Физико-химические</i>			
Массовая доля влаги, %	Снижение на 0,17-0,35% от исходного	Снижение на 0,2–0,35% от исходного	Пределы на конец срока: $\geq 13,7$ % для сорта Сенатора; $\geq 14,0$ % для сорта Розового 2/выход ниже минимума
Массовая доля титруемых кислот, %	Колебания в пределах $\pm 0,02$ -0,03% от исходного	Колебания в пределах $\pm 0,05$ % от исходного	Пределы на конец срока: $\geq 1,56$ % для сорта Сенатора; $\geq 1,03$ % для сорта Розового 2/выход за пределы допуска
Примечание. Срок годности пастилы устанавливается на основании совокупности лимитирующих показателей.			

На основании принципа гарантированного соответствия установленным критериям на протяжении всего заявленного периода и анализа лимитирующих показателей для пастилы, упакованной в полипропиленовые стик-пакеты и хранящейся при температуре 16-20 °С, установлен срок годности, составляющий 6 месяцев. Данный срок обеспечивает необходимый резерв стабильности продукта, сохраняя его безопасность, пищевую ценность и приемлемые потребительские характеристики.

Список литературы

1. Беркетова Л.В. Содержание пищевых волокон в кондитерских изделиях // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2022. - № 84 (3). - С. 111-117. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-3-111-117.
2. Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б. Влияние свойств модифицированных полисахаридов на хранимособность пастильных кондитерских изделий // Пищевая промышленность. - 2022. - № 12. - С. 107-111. DOI: 10.52653/PPI.2022.12.12.023.
3. Mallabayev O., Saribayeva D. Scientific basis for the production technology of fruit lozenges (marshmallow) // Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. - 2023. - Vol. 8 (2). - P. 74-79.
4. Макаркина М.А., Ветрова О.А. Фенольные (Р-активные) соединения ягодных культур генофонда ВНИИСПК // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2022. - № 4. - С. 40-44. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/4/40-44.
5. Голуб О.В., Мотовилова Н.В., Давыденко Н.И. и др. Стабильность пастилы из ягод крыжовника при хранении // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 8 (221). – С. 258-273. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-8-258-273.
6. Donno D., Mellano M.G., Riondato I. et al. Traditional and Unconventional Dried Fruit Snacks as a Source of Health-Promoting Compounds // Antioxidants. - 2019. - Vol. 8 (9). - P. 396. DOI: 10.3390/antiox8090396.
7. Ibrahim S.A., Fidan H., Aljaloud S.O. et al. Application of Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit in the Composition of a Novel Snack Bar // Foods. - 2021. - Vol. 10 (5). - P. 918. DOI: 10.3390/foods10050918.
8. Kumar Y., Singh L., Sharanagat V.S. et al. Quality attributes of convective hot air dried spine gourd slices // Food Chemistry. - 2021. - Vol. 347. - P. 129041. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129041.
9. Tian X., Yang Y., Zhang W., Wang Y. Effect of High Hydrostatic Pressure and Thermal Processing on the Shelf Life and Quality Attributes of Apple-Kiwi-Carrot Puree Blend // Journal of Food Quality. - 2023. - Vol. 2023. - P. 1631285. DOI: 10.1155/2023/1631285.
10. Чалдаев П.А., Гнездилов П.А., Немальцева Д.В. Переработка яблочных выжимок для производства пастильных изделий // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2024. - № 1(84). - С. 58-60. DOI: 10.33979/2219-8466-2023-84-1-58-60.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗЕМЛЯНИЧНЫХ ДЕСЕРТОВ

Нечаева В.С., м.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: nechaevavs@sfsca.ru

Аннотация. Представлены результаты работы по созданию десертов из быстрозамороженных ягод земляники, соответствующих принципам здорового питания, за счет модификации углеводного состава и обогащения пищевыми волокнами. Методы включали направленное рецептурообразование и разработку технологии с применением роторного аппарата МАГ-50. Предложены варианты: с сукралозой, с псиллиумом и их комбинацией. Особенность технологии - использование собственной соковой части земляники для гидратации псиллиума и растворения сукралозы, что исключает добавление в продукты воды. Результатом являются рецептуры и технологическая схема, обеспечивающая сохранение высокой доли ягодного сырья, снижение содержания свободных сахаров и/или увеличение количества пищевых волокон. Разработанные десерты имеют потенциал в качестве функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: функциональный десерт, земляничное пюре, сукралоза, псиллиум, пищевые волокна

Разработка функциональных десертов из ягод земляники осуществлялась с учетом современных представлений о здоровом питании и функциональных пищевых продуктах: необходимости ограничения потребления добавленных сахаров, повышения доли растительного сырья и пищевых волокон в рационе, а также сохранения высокой органолептической привлекательности продукта. Данные подходы согласуются с «Рекомендациями по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» (Приказ Минздрава РФ № 614 от 19.08.2016), нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах (МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22.07.2021), положениями «Стратегии формирования здорового образа жизни населения...» (Приказ Минздрава РФ № 8 от 15.01.2020).

Основой матрицы служило пюре из быстрозамороженных ягод земляники, полученное по усовершенствованной технологии с использованием роторного аппарата МАГ-50 (RU 2790252). При разработке функциональных вариантов десертов сохранены вид и состояние сырья (быстрозамороженные ягоды) и режимы тепловой обработки пюре, а функциональные свойства формировались за счет направленной модификации углеводного состава и обогащения пищевыми волокнами системы путем введения псиллиума и/или замены сахарозы на подсластитель сукралозу.

Сукралоза относится к некалорийным подсластителям с высокой интенсивностью сладкого вкуса и минимальным вкладом в энергетическую ценность и гликемическую нагрузку рациона, что делает ее перспективной для создания продукции с пониженным содержанием свободных сахаров и для питания лиц с избыточной массой тела и нарушениями углеводного обмена [1, 2]. Псиллиум представляет собой концентрированный источник пищевых волокон (преимущественно растворимых и набухающих нерастворимых), формирующих вязкую гелеобразную структуру в пищеварительном тракте и

способствующих нормализации моторики кишечника, улучшению липидного и углеводного обмена и увеличению суточного потребления пищевых волокон [3-5].

Выбор именно сукралозы и псиллиума в качестве функциональных ингредиентов обусловлен тем, что они позволяют реализовать следующие направления здорового питания, отраженных в нормативных документах: снижение доли свободных (добавленных) сахаров рациона; увеличение потребления пищевых волокон растительного происхождения.

Разработаны три рецептурных варианта функциональных десертов (табл. 1), различающиеся способом модификации углеводной и волокнистой частей системы (сукралоза, псиллиум, сукралоза + псиллиум). Сохранены ягодная матрица и режимы тепловой обработки (МАГ-50), а соковая часть земляники использована как дисперсионная среда без внесения питьевой воды, что создает методическую основу для последующего сравнительного анализа физико-химических, цветовых, органолептических и микробиологических показателей в процессе хранения

Вариант В (десерт с сукралозой) представляет собой продукт, в котором добавленная сахароза полностью исключена, а сладкий вкус обеспечивается сукралозой при сохранении высокой доли ягодного сырья. Структурирование системы определяется клеточной структурой ягод и природным пектиновым комплексом. С функциональной позиции вариант реализует стратегию ограничения свободных сахаров и снижения энергетической ценности сладкого компонента, при этом содержание пищевых волокон определяется только ягодным сырьем. По данным других авторов, замена сахарозы на подсластители без дополнительного структурообразования может сопровождаться изменением вязкости и устойчивости фруктовых продуктов [2, 6], что делает вариант моделью для оценки влияния исключения сахарозы на структурно-текстурные и органолептические характеристики десертной системы.

Вариант С (десерт с псиллиумом в системе с сахарозой) является обогащенным пищевыми волокнами аналогом базового пюре: сохраняется углеводная система на основе сахарозы, а псиллиум вводится как компонент, влияющий на водоудержание и формирование структуры. Такой подход позволяет оценить влияние псиллиума на консистенцию и устойчивость системы при хранении в сахаросодержащей матрице. Функциональная направленность варианта связана с повышением доли пищевых волокон, тогда как ограничение свободных сахаров для данного варианта не рассматривается как целевой признак [3-5].

Вариант D (десерт с сукралозой и псиллиумом) объединяет две стратегии: замена добавленной сахарозы на сукралозу и обогащение пищевыми волокнами за счет псиллиума при сохранении высокой доли ягодного сырья. Ориентировочная массовая доля пищевых волокон составляет порядка 8-9 г/100 г продукта, что позволяет относить десерт к продуктам с «высоким содержанием пищевых волокон» в соответствии с ТР ТС 022/2011 и ГОСТ Р 55577-2013. Одновременно отсутствие сахарозы снижает энергетическую ценность сладкого компонента, а высокая доля ягодного сырья обеспечивает сохранение природного комплекса витамина С, фенольных соединений и антоцианов.

Технологическая схема получения десертов основывается на усовершенствованной технологии пюре из быстрозамороженных ягод в роторном аппарате МАГ-50 (RU 2790252) и включает операции, представленные в табл. 2.

Таблица 1

Характеристика рецептов функциональных десертов

Показатель	Вариант В	Вариант С	Вариант D
Компонентный состав, %	Быстрозамороженные ягоды – 99,98; сукралоза – 0,02	Быстрозамороженные ягоды – 77,9; сахар-песок – 14,0; псиллиум – 8,1	Быстрозамороженные ягоды – 91,88; сукралоза – 0,02; псиллиум – 8,10
Тип модификации по сравнению с базовым пюре (ягоды + сахар)	Исключение добавленной сахарозы; внесение интенсивного подсластителя	Введение псиллиума в сахаросодержащую систему (ягоды + сахар)	Одновременная замена сахарозы на сукралозу и введение псиллиума при высокой доле ягод
Сахара (свободные/добавленные)	Добавленная сахароза отсутствует; сладость обеспечивается сукралозой; углеводы представлены природными сахарами ягод	Сахароза сохраняется как основной подсластитель	Добавленная сахароза отсутствует; сладость обеспечивается сукралозой; углеводы представлены природными сахарами ягод
Пищевые волокна (уровень и источник)	Источник волокон – ягодное сырье; уровень определяется ягодами	Источники волокон – ягоды и псиллиум; обеспечивается повышение суммарной доли волокон	Источники волокон – ягоды и псиллиум; достигается уровень, соответствующий критериям «высокое содержание пищевых волокон» (при подтверждении фактических значений)
Энергетическая ценность и гликемическая нагрузка	Ограничение доли добавленного сахара и потенциальной гликемической нагрузки	Обогащение пищевыми волокнами при сохранении сахарозы	Сочетание ограничения доли добавленного сахара и обогащения пищевыми волокнами
Технологическая функция ингредиентов	Сукралоза формирует сладкий вкус без увеличения доли сахаров; структура определяется ягодными компонентами	Псиллиум влияет на водоудержание и формирование структуры в сахаросодержащей системе	Псиллиум обеспечивает формирование структуры при отсутствии сахарозы; сукралоза формирует сладкий вкус

Таблица 2

Технологическая схема производства функциональных десертов

Этап	Содержание операций	Основные режимы	Примечание
Подготовка ягодного сырья	Загрузка быстрозамороженных ягод земляники в роторный аппарат МАГ-50, измельчение и диспергирование до пюреобразного состояния	v диспергатора 2900 об/мин; v мешалки 10 об/мин; $t = 18 \pm 2$ °C; $\tau = 2-3$ мин	Общая операция для всех вариантов
Настаивание ягодного пюре и отбор соковой части	Настаивание пюре в аппарате для выравнивания температуры, экстракции растворимых компонентов и частичного самопроизвольного отделения соковой части; отбор части земляничного сока для подготовки функциональных ингредиентов	$t = 18 \pm 2$ °C; $\tau = 2,5-4,0$ ч; отбор $\approx 5-10$ % массы пюре в виде соковой части	Соковая часть используется для подготовки функциональных ингредиентов
Подготовка псиллиума	Просеивание псиллиума (удаление агломератов и примесей), дозирование по рецептуре, диспергирование в отобранной соковой части до получения однородной гидратированной гелеобразной массы	$t = 16-20$ °C; $\tau = 40-50$ мин; соотношение псиллиум : сок 1 : 10-1 : 12	Варианты С и D
Подготовка раствора сукралозы	Взвешивание сукралозы по рецептуре, растворение в отдельной части земляничного сока с получением концентрированного раствора-подсластителя	$t = 20-25$ °C; перемешивание до полного растворения	Варианты В и D

Продолжение таблицы			
Внесение сахара-песка	Дозирование сахара-песка по рецептуре и внесение непосредственно в ягодную массу до тепловой обработки	Перемешивание до равномерного распределения сахара; температура массы 18-20 °C	Вариант С
Первичная тепловая обработка ягодной массы	Нагревание ягодного пюре для частичной инактивации ферментов, загущения и формирования консистенции	v диспергатора 2900 об/мин; v мешалки 10 об/мин; t = 65-70 °C; τ = 8-15 мин	Вариант С: растворение сахарозы и формирование сахарокислотного баланса
Внесение функциональных ингредиентов	Внесение подготовленных функциональных ингредиентов в подогретую ягодную массу	t массы 65-70 °C; диспергирование и перемешивание	В – раствор сукралозы; С – гидратированный псиллиум; D – псиллиум + раствор сукралозы
Вторичная тепловая обработка	Дополнительный нагрев для равномерного распределения функциональных ингредиентов и формирования стабильной структуры	v диспергатора 2900 об/мин; v мешалки 10 об/мин; t = 65-70 °C; τ = 5-10 мин	Общая операция для всех вариантов
Стерилизация	Стерилизация десертной массы в роторном аппарате для обеспечения микробиологической стабильности при максимально возможном сохранении биологически активных компонентов и органолептических характеристик	v диспергатора 2900 об/мин; v мешалки 10 об/мин; t = 95-97 °C; τ = 20-60 с	Общая операция для всех вариантов
Фасование и охлаждение	Фасование горячего десерта в стеклянную упаковку, укупорка, охлаждение до температуры не выше 25 °C	Охлаждение до t не выше 25 °C; хранение при t = 23±2 °C и относительной влажности воздуха не выше 75%	Общая операция для всех вариантов

На этапе гидратации псиллиума в соковой части и последующей тепловой обработки формируется пространственная сеть на основе набухших волокон и природных полисахаридов ягод, влияющая на водоудержание и консистенцию системы [5]. Введение сукралозы в виде раствора на основе соковой части перед завершающим тепловым этапом обеспечивает равномерность распределения подсластителя и соответствует практике ее применения в фруктовых продуктах [1, 2, 6, 7].

Список литературы

1. Argyri K., Sotiropoulos A., Psarou E. et al. Dessert formulation using sucralose and dextrin affects favorably postprandial response to glucose, insulin, and C-peptide in type 2 diabetic patients // The Review of Diabetic Studies: RDS. - 2013. - Vol. 10 (1). – P. 39.
2. Souza P.B.A., Santos M. de F., Carneiro J. de D.S. et al. The effect of different sugar substitute sweeteners on sensory aspects of sweet fruit preserves: a systematic review // Journal of Food Processing and Preservation. – 2022. – Vol. 46 (3). – P. e16291.
3. Сарафанкина Е.А., Буренкова С.А. Псиллиум - новый вид ингредиента в производстве продуктов питания // Инновационная техника и технология. – 2021. – Т. 8. – № 4. – С. 27-32.
4. Franco E.A.N., Chávez D.W.H., de Lima A.B. et al. Effect of the addition of psyllium (plantago ovata forsk) on the physicochemical characteristics of frozen banana pulp during storage // Research, Society and Development. – 2021. – V. 10 (8). – P. e10510816997.

5. Hassan M.N.A., Salem A.S., Hassan A.A.-M., Abozied H.H. Development of functional low-fat yoghurt fortified with psyllium husk mucilage: Quality attributes, microstructure, and antioxidant characteristics // Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. – 2024. – Vol. 23 (1). – P. 49-64.
6. Jribi S., Ouhaibi M., Boukhris H. et al. Formulations of low-sugar strawberry jams: quality characterization and acute post-prandial glycaemic response // Food Measure. – 2021. – Vol. 15. – P. 1578-1587.
7. Salar F.J., Agulló V., Domínguez-Perles R., García-Viguera C. Influence of Sweeteners (Sucrose, Sucralose, and Stevia) on Bioactive Compounds in a Model System Study for Citrus–Maqui Beverages // Foods. – 2022. – Vol. 11 (15). – P. 2266.

<https://doi.org/10.26898/2026-339>
УДК 637.04

БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Новокшанова А.Л., д-р техн. наук, в.н.с.

Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия
e-mail: novokshanova@ion.ru

Аннотация. Молоко и молочные продукты служат источниками полноценного белка, кальция, магния, калия, а также ряда других минеральных веществ, жиро- и водорастворимых витаминов, что обуславливает спрос на традиционную молочную продукцию. Однако производство специализированных молочных продуктов требует расширения. При этом глубокая переработка молочного сырья, во-первых, способствует устойчивому развитию отрасли и, во-вторых, позволяет получать ценные ингредиенты, необходимые для создания продуктов с добавленной пользой для здоровья. Оптимальным решением безотходной переработки молочного сырья являются мембранные методы. С использованием вторичного молочного сырья и сухих ингредиентов, полученных из него путем мембранных технологий разделения, на базе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разработаны рецептуры и технологии специализированных молочных продуктов предназначенных взрослому населению: для восстановления после перенесенных острых респираторных заболеваний, для диетической коррекции нарушений углеводного и жирового обмена и для лечебного питания пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Ключевые слова: молочные продукты, белки молока, мембранные методы, специализированные продукты

Медико-биологические исследования, эпидемиологические наблюдения, доклинические и клинические испытания убедительно доказывают уникальность состава и свойств компонентов молока как важнейших нутриентов для человека. В современном представлении все фракции белков молока, и казеин, и сывороточные белки, отличаются высоким качеством не только из-за наличия незаменимых аминокислот, но и благодаря их хорошей усвояемости [1]. Кроме белков, цельное молоко и молочные продукты признаны лучшими источниками кальция, магния, калия, фосфора и йода, а также ряда жиро- и водорастворимых витаминов, включая витамин В₁₂, который не содержится в растительных источниках [2].

Аналитика мировых рынков продовольствия в 2025 году показала положительную динамику прироста производства молочных продуктов с темпом от 4 до 5 % [3] в год, что

обусловлено ростом населения на планете в целом и рекомендациями ВОЗ о полезном и здоровом питании. Более высокие темпы ежегодного прироста пищевой продукции на мировом рынке – до 8-9 % установлены для специализированных пищевых продуктов [3], которые предназначены гражданам с алиментарно-зависимыми заболеваниями и различным целевым аудиториям: дети, беременные и кормящие женщины, спортсмены, военные и др.

В России интерес к пищевым продуктам с добавленной пользой для здоровья также растет, но исследования показали, что ассортимент такой продукции требует коррекции. В частности, для обеспечения всех групп населения специализированными пищевыми продуктами необходимо расширять использование молочного сырья [4]. Однако переработка молочного сырья вызывает ряд нареканий с позиций экологии, углеродного следа и последствий глобального потепления из-за отсутствия повсеместного внедрения безотходных технологий, как в мире, так и в РФ. Особенно большой урон окружающей среде наносит нерациональное использование вторичного молочного сырья, в частности, сыворотки. Ежегодно в РФ ущерб составляет более 90 млрд руб, а в сыровом эквиваленте – 358 тыс. т лактозы, 55 тыс. т сывороточного белка, 39 тыс. т минеральных веществ, 31 тыс. т молочной кислоты и 27 тыс. т жира [5].

При современном уровне развития технологий в мире и в РФ оптимальным решением безотходной переработки молочного сырья являются мембранные методы, такие как ультрафильтрация, микрофильтрация, нанофильтрация и обратный осмос. На текущий момент ряд предприятий молочной промышленности в России освоили технологии мембранного разделения вторичного молочного сырья и предлагают на рынке пищевых ингредиентов различные изоляты и концентраты молочных белков, которые востребованы в производстве специализированных и традиционных продуктов (см. таблицу).

Примеры традиционных и специализированных продуктов с ингредиентами, содержащими молочные белки

Виды продуктов	Примеры
Специализированные	Биологически активные добавки к пище – порошки, капсулы, таблетки, гранулы, желейные конфеты
	Специализированные пищевые продукты спортивного питания – каши, коктейли, сухие смеси, батончики
	Продукты энтерального питания – сухие и жидкие смеси
	Специализированные продукты диетического профилактического и диетического лечебного питания – кисели, смузи, какао, чайные напитки, коктейли, сухие смеси, супы-пюре, каши, мягкие конфеты, батончики
	Обогащенные продукты и блюда – пробиотические кисломолочные продукты, батончики, сухие смеси
Традиционные	Хлебобулочные и мучные кондитерские изделия – хлеб, печенье, кексы, круассаны, крекеры, зерновые завтраки, пирожные, пекарские порошки, замороженное тесто, кондитерские глазури и др.
	Молочные продукты – йогурты, кисломолочные продукты, молочные напитки, сыры и сырные продукты
	Безалкогольные напитки – какао, ароматизированные напитки на молочной основе, сухие концентраты
	Десерты – мороженое, замороженные десерты, муссы, пудинги быстрого приготовления, взбитые топпинги, фруктовый лед, глазури для замороженных десертов
	Кондитерские изделия – ирис, карамель, молочные конфеты, сливочная помадка, пастила, нуга взбивные (аэрированные) кондитерские смеси, меренги, бисквиты
	Мясные продукты – сосиски, колбасы, паштеты и другие полуфабрикаты

С использованием вторичного молочного сырья и сухих ингредиентов, полученных из него путем мембранного разделения, на базе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разработаны рецептуры и технологии ряда специализированных молочных продуктов. Продукты предназначены взрослому населению для восстановления после перенесенных острых респираторных заболеваний, для диетической коррекции нарушений углеводного и жирового обмена и для лечебного питания пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [6-8]. Целесообразность диетической коррекции этих целевых групп в популяции обоснована по результатам медико-биологических исследований. Апробация технологий и производство продуктов для проведения клинических испытаний выполнены в условиях действующих молокоперерабатывающих комбинатов.

Опыт данного научно-производственного сотрудничества убедил в том, что большинство биологически активных ингредиентов для создания специализированной пищевой продукции импортируется из-за рубежа по причине отсутствия отечественного производства. Однако при более глубокой переработке молочного сырья из него можно извлекать не только белки и их отдельные фракции, но и биологически активные ингредиенты, необходимые для производства пищевой продукции с добавленной пользой для здоровья, в том числе для детей, а также для диетического лечебного и профилактического питания. ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в рамках Консорциума «Здоровьесбережение, питание, демография», учрежденного в 2021 году под эгидой Российской академии наук, а также в рамках государственных заданий выполняемых при финансовой поддержке Минобрнауки РФ продолжает исследования по расширению использования молочного сырья в создании и промышленном внедрении специализированных пищевых продуктов и продуктов с добавленной пользой для здоровья. Эти проекты способствуют устранению импортозависимости и обеспечению продовольственной стабильности населения РФ.

*Материал подготовлен в рамках Государственного задания
FGMF-2025-0014.*

Список литературы

1. Smith, N. W., A. J. Fletcher, J. P. Hill, and W. C. McNabb. 2021. Modeling the contribution of milk to global nutrition. *Frontiers in Nutrition* 8:716100. DOI: 10.3389/fnut.2021.716100.
2. Connie M. Weaver & D. Ian Givens (04 Feb 2025): Overview: the food matrix and its role in the diet, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. DOI: 10.1080/10408398.2025.2453074.
3. Strategyr is a trade mark of Global Industry Analysts, Inc. USA [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.strategyr.com>.
4. Новокшанова А.Л. Состояние развития производства специализированных молочных продуктов в России // *Молочная промышленность*. - 2024. - № 4. - С. 10-14.
5. Кручинин А.Г., Бигаева А.В., Туровская С.Н., Илларионова Е.Е. Современное состояние рынка вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности // *Ползуновский вестник*. - 2022. - Т. 1. - № 4. - С. 140–148.
6. Гаппарова К.М., Новокшанова А.Л., Юскина О.Н., Оксененко О.В., Сухарев К.Б. Опыт создания и внедрения в промышленное производство специализированного пищевого кисломолочного продукта «Ковиталакт» // *Эрисмановские чтения – 2024. Новое в нутрициологии и гигиене питания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы II Всерос. науч. конгр. с междунар. участием*. – Мытищи, 2024. – С. 28-30.
7. Шарафетдинов Х.Х., Новокшанова А.Л., Кочеткова А.А., Плотникова О.А., Алексеева Р.И., Пилипенко В.В., Алексеев В.А., Сухарев К.Б., Оксененко О.В. Оценка клинической эффективности специализированного кисломолочного продукта для

диетической коррекции нарушений углеводного и жирового обмена // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93. – № 6. – С. 68-76.

8. Новокшанова А.Л., Вараева Ю.Р., Ермолина А.М., Ливанцова Е.Н., Стародубова А.В. Медико-биологическое обоснование состава специализированного пищевого продукта для оптимизации рационов пациентов с ожирением и сердечно-сосудистыми заболеваниями // Пищевая промышленность. – 2025. – № 12. – С. 204-208.

<https://doi.org/10.26898/2026-340>
УДК 664.8.038

ПЛОДООВОЩНЫЕ ЛИСТОВЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ КАК СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Пономарева Д.В.^{1, 2}, ассистент кафедры, аспирант

Научный руководитель – Мотовилов О.К.², д-р техн. наук, доцент

¹Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: gurovadv@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования плодоовощных листовых полуфабрикатов как одного из способов переработки и хранения сельскохозяйственной продукции. В качестве основного сырья для листовых полуфабрикатов были выбраны яблоки, богатые пектином и являющиеся местным локальным сырьем, технологический способ – высушивание массы в сушилке для овощей и фруктов.

Ключевые слова: яблоки, листовые полуфабрикаты, яблочные листовые полуфабрикаты, плодоовощные листовые полуфабрикаты, переработка, хранение

Согласно концепции Zero Waste («Ноль отходов») и целям устойчивого развития (ЦУР) разумно минимизировать отходы на всех стадиях производственного цикла, что способствует становлению устойчивого экологичного производства пищевой продукции, а также переходу к устойчивому потреблению (sustainable consumption). Переработка сельскохозяйственной продукции в плодоовощные листовые полуфабрикаты с целью дальнейшего хранения и потребления способна помочь в снижении объемов пищевых отходов, вызванных порчей продуктов питания [1-3]. Что связано с тем, что производство плодоовощных листовых полуфабрикатов практически безотходно, поскольку в большинстве из них основой служат свежие или переработанные фрукты и овощи, их пюре, соки, выжимки и экстракты [4].

Целью данного исследования является разработка плодоовощных листовых полуфабрикатов для переработки и дальнейшего хранения сельскохозяйственной продукции.

Актуальность заключается в создании способа переработки и последующего хранения сельскохозяйственной продукции в качестве плодоовощных листовых полуфабрикатов, которые могут выступать в роли съедобной биоразлагаемой упаковки или компонента блюд с функциональной направленностью.

Основным сырьем для разработки плодоовощных листовых полуфабрикатов были выбраны яблоки богатые пектином и являющиеся местным локальным сырьем, которые после первичной механической обработки и удаления семенного гнезда припускались вместе с кожицей в воде с дальнейшим измельчением до однородной консистенции. Полученную массу распределяют ровным равномерным тонким слоем на силиконизированной пекарской

бумаге и высушивают в сушилке для овощей и фруктов Binatone (модель FD-323, Китай) до полного высыхания и гибкого пластичного состояния.

Эксперимент проводился с 4 образцами плодовоовощных листовых полуфабрикатов, отличающихся по массе, у которых были определены изменения массы при сушке, а также процент усыхания (см. таблицу).

Изменение массы плодовоовощных листовых полуфабрикатов при сушке

Образец	Масса массы до сушки, г	Масса листовых п/ф после сушки, г	Усыхание, %	Особенности	Фото образца
1	67,0	6,0	91,04	У листа нет целостности, много разрывов, консистенция недостаточно пластична, слегка крошится, края неровные	
2	80,0	7,0	91,25	У листа есть разрывы, консистенция немного пластична, края немного неровные	
3	90,0	9,0	90,0	У листа есть немного разрывов, консистенция пластичная, края слегка неровные	
4	92,0	9,0	90,22	У листа почти нет разрывов, консистенция пластичная, присутствуют небольшие неровности	

Сушка осуществлялась при температуре 55 °С в течение 5,5 ч. Толщина яблочных листовых полуфабрикатов измерялась микрометром (Micron, Китай) и была в пределах 0,15-0,35 мм, что относится к толстым пленкам, называемым листами [5].

Готовые яблочные листовые полуфабрикаты охлаждаются до комнатной температуры 20-25 °С и могут храниться в герметичной упаковке в течение длительного времени.

Яблочные листовые полуфабрикаты имеют бежево-персиковый цвет с коричневатым оттенком, достаточно гибкую консистенцию, приятные вкус и запах, без посторонних примесей и включений, с насыщенной фруктовой ноткой сушеных яблок или сухофруктов.

Таким образом, использование яблочных листовых полуфабрикатов целесообразно как один из подходов к переработке и последующему хранению сельскохозяйственной продукции. Полученные результаты выступают основой для дальнейших исследований плодовоовощных листовых полуфабрикатов, с перспективой изучения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества разрабатываемых плодовоовощных листовых полуфабрикатов, расширению ассортимента благодаря использованию другого сырья для основы или за счет внесения дополнительных ингредиентов, а также поиска и выбора оптимальной технологии производства и метода сушки.

Список литературы

1. Яккола А.Н., Медведев О.С., Медведева Н.А. Разработка съедобного гелевого покрытия с антимикробными свойствами на полисахаридно-белковой основе для пищевых продуктов // Вопросы диетологии. - 2018. - Т. 8. - № 1. - С. 52-58.
2. Гурова Д.В., Блинова М.А., Дерюшева О.В. Влияние гелевого покрытия на качество полуфабрикатов из яблок при хранении // Молодые ученые: современный взгляд на будущее в АПК: сб. материалов X Междунар. науч.-практ. конф., р.п. Краснообск, 15 апр. 2025 г. – Новосибирск: Агронаука, 2025. – С. 315–320.
3. Divyanshu G., Arshiya L., Sachin K., Tejaswini D., Kirtiraj K. Plant-based edible films and coatings for food packaging applications: recent advances, applications, and trends // Review Article Sustainable Food Technol. - 2024. – No. 2. – P. 1428-1455.
4. Kumar N., Pratibha, Prasad J., Yadav A., Upadhyay A., Neeraj, Shukla S., Petkoska A.T., Heena, Suri S., Gniewosz M., Kieliszek M. Recent Trends in Edible Packaging for Food Applications – Perspective for the Future // Food Engineering Reviews. – 2023. – No. 15. – P. 718-747.
5. Kadzinska J., Janowicz M., Kalisz S., Brys J., Lenart A. An overview of fruit and vegetable edible packaging materials // Packaing Technology and Science. – 2019. – No. 10. – P. 483-495.

<https://doi.org/10.26898/2026-341>
УДК 637.131.8:664

ПРИМЕНЕНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА ЛИСТВЕННИЦЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Потапов И.Ю., м.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: potapoviju@sfsc.ru

Аннотация. Природный арабиногалактан, важный полисахарид, имеет широкий спектр источников, сложную структуру, различные биологические активности и большой потенциал применения. Обзор последних научных исследований поможет лучше понять взаимосвязь между структурой, биологической активностью и функциональным применением натурального арабиногалактана и послужит важным ориентиром для будущих исследований и разработок. В статье представлен объем мирового рынка использования арабиногалактанов в пищевой промышленности и тенденции увеличения его производства.

Ключевые слова: арабиногалактан, антиоксидант, загуститель, пищевые волокна

Природный арабиногалактан, важный полисахарид, имеет широкий спектр источников, сложную структуру, различные биологические активности и большой потенциал применения. Природный арабиногалактан в основном содержится в растениях и микроорганизмах, и его структура варьируется в зависимости от источников, включая типы I, II, типы, родственные типу II, и новые конфигурации.

Природный арабиногалактан продемонстрировал разнообразные биологические активности, такие как противоопухолевое, антиоксидантное, антикоагулянтное, омолаживающее, снижение уровня глюкозы в крови, поддержание здоровья кишечника, противовоспалительное и иммуномодулирующее действие. Кроме того, природный арабиногалактан обладает хорошей биосовместимостью и низкой токсичностью, что делает его потенциальным материалом в биомедицинской области. Натуральный арабиногалактан

был разработан в качестве носителя в системах доставки лекарственных средств для эффективного повышения стабильности и адресной доставки препарата. Натуральный арабиногалактан часто добавляют в средства по уходу за кожей, чтобы замедлить старение кожи и улучшить барьерную функцию кожи благодаря его увлажняющим и антиоксидантным свойствам. Кроме того, натуральный арабиногалактан действует как загуститель, стабилизатор и эмульгатор, улучшая текстуру и вкус, а также повышая пищевую ценность продуктов питания. Обзор последних научных исследований поможет лучше понять взаимосвязь между структурой, биологической активностью и функциональным применением натурального арабиногалактана и послужит важным ориентиром для будущих исследований и разработок.

В монографии А.В. Оболенской [1] указано, что лиственница содержит от 18 до 20% арабиногалактана. В [2] представлены данные о содержании арабиногалактана в сибирской лиственнице в количестве 10–15%, а среднее содержание арабиногалактана в даурской лиственнице – 10–12% [12] (по весу древесины), но содержание сильно варьируется, составляя от 5 до 30%. Массовая доля арабиногалактанов в других хвойных породах, по сравнению с лиственницей, значительно меньше - от 1 до 3 % [3-6].

Применение арабиногалактана лиственницы в пищевой промышленности

Физико-химические и биологические свойства арабиногалактана определяют сферы его применения в пищевой промышленности. Арабиногалактан используется в пищевой промышленности в следующих направлениях:

1. В качестве загустителя, стабилизатора и эмульгатора. Для этого направления наиболее важными свойствами арабиногалактана являются высокая растворимость в воде (арабиногалактан лиственницы легко диспергируется в горячих или холодных напитках, остается прозрачным в растворе и не выпадает в осадок); арабиногалактан лиственницы

образует растворы с низкой вязкостью [82], которые оказывают минимальное влияние на вкусовые ощущения и вязкость; способность арабиногалактана связывать жиры и удерживать воду, а также влиять на качество глютена.

2. В качестве источника растворимых пищевых волокон. Арабиногалактан является источником пищевых волокон. Благодаря своей гигроскопичности (способности поглощать воду) арабиногалактан оказывает благотворное влияние на усваиваемую пищу, что может предотвратить ряд заболеваний толстого кишечника. Пребиотические волокна, такие как арабиногалактан лиственницы, обеспечивают преимущества традиционных волокон, способствуя увеличению полезной микрофлоры, тем самым улучшая здоровье желудочно-кишечного тракта. Пищевые волокна создают благоприятные условия для роста пробиотических бактерий, таких как лактобактерии и бифидобактерии в кишечнике, которые важны для здоровья ЖКТ. Использование АГ в производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки повышает их качество [7].

3. В качестве пищевой добавки для производства пищевых продуктов с фармацевтическими свойствами. В последние годы особое место в пищевой промышленности занимает разработка так называемых функциональных пищевых продуктов (продуктов, обладающих дополнительными профилактическими свойствами). Согласно исследованию [8], арабиногалактан как пребиотик способствует росту «полезных» бифидобактерий и короткоцепочечных жирных кислот, необходимых для поддержания нормальной функции желудочно-кишечного тракта.

Адекватный уровень потребления арабиногалактана - 10 г в сутки (Постановление главного санитарного врача РФ 02.07.2004. № МР 2.3.1.1915-04 (Д)). При необходимости возможно увеличение дозы до 20 г/сут.

Объем рынка арабиногалактана [9], в 2024 году оценивался в 157,38 млн долл. США и, согласно прогнозам, достигнет 215,18 млн долл. США к 2032 году, демонстрируя среднегодовой темп роста в 3,5% в период с 2026 по 2032 год (см. рисунок).



Размер и прогноз рынка арабиногалактана

Ключевым фактором, положительно влияющим на спрос на рынке арабиногалактана, является растущий спрос на добавки среди детей и взрослых. Крупнейшими мировыми производителями порошка арабиногалактана являются LONZA, Ametis JSC, Robios.

Список литературы

1. Оболенская А.В., Щёголев В.П. Химия древесины и полимеров: учебник для лесотехнических техникумов. - М.: Лесная промышленность, 1980. - 168 с.
2. Антонова Г.Ф., Тюкавкина Н.А. Водорастворимые вещества лиственницы и возможности их использования // Химия древесины. - 1983. - № 2. - С. 89-96.
3. Арифходжаев А.О. Галактаны и галактансодержащие полисахариды высших растений // Химия природных соединений. - 2000. - № 3. - С. 185-197.
4. Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов. - СПб.: СПбЛТА, 1999. - 628 с.
5. Шарков В.И., Куйбина Н.И. Химия гемицеллюлоз. - М.: Лесная пром-сть, 1972. - 440 с.
6. Скриган А.И. Процессы превращения древесины и её химическая переработка // Наука и техника. - 1981. - 208 с.
7. Ермакова М.Ф., Чистякова А.К., Щукина Л.В. и др. Влияние арабиногалактана, выделенного из древесины лиственницы сибирской, на хлебопекарные достоинства муки мягкой пшеницы и качество хлеба // Химия растительного сырья. - 2009. - № 1. - С. 161–166.
8. Nazareth M.R., Kennedy C.E., Bhatia V.N. Studies on larch arabinogalactan I // J. Pharmaceutical Sci. - 1961. - Vol. 50. - No. 7. - P. 560-563.
9. Arabinogalactan Market Size And Forecast [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/arabinogalactan-market/>.

ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ ОВСЯНОЙ МУКИ И ЦИКОРИЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ДИЕТИЧЕСКОГО БИСКВИТА

**Степаненко Н.И., м.н.с.,
Липшин А.Г., канд. с.-х. наук**

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение Федерального исследовательского центра
«Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия
e-mail: natashslovcova@mail.ru

Аннотация. В данной работе было исследовано влияние вариаций рецептурного состава на органолептические характеристики бисквитного полуфабриката при внедрении инновационных ингредиентов цельносмолотой овсяной муки и порошка цикория. Актуальность работы обусловлена необходимостью системного контроля качества продукции в условиях роста конкуренции и спроса на изделия с повышенной биологической ценностью. На основе базовой рецептуры «Бисквит» разработаны 5 вариантов рецептур (включая контрольный образец) с различным соотношением цельносмолотой овсяной муки и порошка цикория (от 100:0 до 72:28). Проведена органолептическая оценка образцов по 6 показателям: внешний вид, вид в разрезе, состояние мякиша, текстура, вкус и запах. Выполнен математический анализ данных с расчётом комплексного показателя качества продукта (КПопк) по методике Попова В.П. и соавторов. Также построено уравнение множественной линейной регрессии для моделирования зависимости качества от состава рецептуры. Были выявлены оптимальные соотношения ингредиентов, обеспечивающие сохранение эталонных показателей качества. Установлены причинно-следственные связи между изменениями рецептуры и динамикой органолептических показателей.

Ключевые слова: бисквит, рецептурный состав, цикорий, кондитерские изделия, органолептическая оценка

Современное кондитерское производство представляет собой высокотехнологический, многоэтапный процесс, который включает разработку рецептур, выбор сырья, применение инновационных технологий и строгий контроль качества. Данная отрасль активно адаптируется к меняющимся запросам потребителей, внедряя решения в области здорового питания [1]. В условиях роста спроса здорового питания кондитерская промышленность активно развивает направления, ориентированные на создание изделий с повышенной биологической ценностью. Ключевым подходом становятся включение в рецептуру растительного сырья богатого высокоусвояемыми белками, макро- и микроэлементами витаминами, и пищевыми волокнами [2]. Такие ингредиенты не только повышают пищевую ценность продукции, но и придают ей функциональные свойства: профилактику дефицита состояния, поддержку метаболизма, дезоксидацию и другие заболевания [3]. Также перед кондитерской промышленностью стоит задача снизить содержание углеводов [4].

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью системного контроля качества бисквитного полуфабриката на этапе разработки и внедрения новых рецептур. Органолептическая оценка остаётся ключевым методом экспресс-анализа, позволяющим оперативно выявить отклонения от эталонных характеристик и корректировать технологические параметры производства. В условиях роста конкуренции на рынке мучных кондитерских изделий особенно важно обеспечить стабильное качество продукции, минимизировать риски выпуска несоответствующих стандартов, обоснованно внедрить

новые ингредиенты (цельносмолотую овсяную муку и порошок цикория) без ущерба для потребительских свойств.

Цель исследования заключается в оценке влияния вариаций рецептурного состава на органолептические характеристики бисквитного полуфабриката и выявить оптимальные соотношения ингредиентов, обеспечивающие сохранение эталонных показателей качества. Задачи исследования заключаются в проведении органолептической оценки контрольной и экспериментальных образцов бисквитного полуфабриката по унифицированному набору показателей (внешний вид, вид в разрезе, состояние мякиша, вкус и запах), выявлении и систематизации отклонения характеристик экспериментальных образцов по сравнению с контрольным образцом по каждому критерию качества. Также установить причинно-следственные связи между изменениями рецептуры и динамика органолептических показателей. Провести математический анализ полученных данных.

В исследовании была применена рецептура из сборника [5, с. 119] рецептура «Бисквит». По данной рецептуре были разработаны четыре экспериментальные рецептуры с использованием пшеничной муки 1 сорта для контрольного образца 100:0 и полная замена пшеничной муки на цельносмолотую овсяную муку и порошка цикория для экспериментальных образцов в соотношении 93:7; 86:14; 79:21 и 72:28 соответственно. Остальные ингредиенты не были изменены. Замена происходила по сухим веществам пшеничной муки 1 сорта. Овсяная цельносмолотая мука вырабатывалась непосредственно перед изготовлением исследуемых образцов из зерна овса сорта Саян. Изготовление контрольного и экспериментальных образцов были произведены по традиционной общеизвестной технологии: подготовка сырья к производству, взбивание яично-сахарной эмульсии, снесение смеси (цельносмолотая овсяная мука и порошок цикория, заранее смешанные до однородной массы), выпекание, охлаждение, выстаивание 8 часов и анализирование. На рисунке представлены экспериментальные образцы.



Контрольный



№ 1



№ 3



№ 2



№ 4

Внешний вид исследуемых образцов

По результатам органолептической оценки все образцы (контрольный, № 1–4) сохраняли базовое сходство – круглую форму без дефектов. Однако между ними были выявлены значимые различия, позволяющие выявить оптимальный образец в сравнении с контрольным образцом. По внешнему виду контрольный образец и образец № 1 имели трещины на поверхности, в то время как образец № 2 отличился гладкой, сухой поверхностью без трещин, а образец № 4 был ровный и мягкий. Образец № 2 выделялся слегка выпуклой поверхностью и нежелательной липкостью нижней корочки. По цвету корочек контрольный образец и образец № 1 совпадали (светло-коричневый), тогда как образец № 2 темнее (коричневый), образец № 3 – желтовато-коричневый цвет, а у образца № 1 верхняя корочка жёлто-коричневая, нижняя – светло-коричневая.

В характеристиках мякиша также прослеживалась неоднородность. Цвет варьировалась от светло-жёлтого (контрольный, образцы № 1 и 2) до светло-серого (образец № 3) и серого (образец № 4). Все образцы хорошо пропеченные, не имели следы непромеса и комочков. Однако были обнаружены комочки у образца № 3. Пустоты присутствовали у всех образцов, кроме образца № 4. Структура пористости наиболее равномерна у контрольного образца, образцов № 1 и 4 (мелкопористая и тонкостенная); у образца № 2 пористость мелкопористая, но неравномерная. По эластичности лучшие показатели у образцов № 1 и 3 – они быстро восстанавливали форму после лёгкого нажатия в середину мякиша. Контрольный образец и образец № 2 демонстрировали хорошую, но чуть замедленную эластичность. Уплотнение было отмечено у образца № 2 (нижняя корочка) и у образца № 3 (нижняя часть бисквита), чего не отмечалось у контрольного образца и образца № 1.

По крошливости наименьшие значения у образцов № 1 и 4 (минимальная), далее были контрольный образец и образец № 2 (незначительная), а образец № 3 показал лёгкую крошливость при нарезке. Во вкусоароматических характеристиках контрольный образец, образцы № 1, 3 и 4 имели сладкий вкус без посторонних привкусов, а запах соответствует заявленному продукту. В образцах № 2 и 3 присутствовали еле уловимый привкус и аромат цикория, при разжёвывании отмечался хруст. При этом ни у одного образца не наблюдалось комкования мякиша.

Таким образом, образец № 1 оказался наиболее близким к контрольному образцу. У него повторялся цвет корочек, лишён непромеса и комочков, демонстрирует высокую эластичность и минимальную крошливость, а его вкус и запах нейтральны. Образец № 4 также показывает высокие показатели – однородную структуру мякиша, отличную эластичность и минимальную крошливость, однако отличался по цвету мякиша (серый). Образец № 2 имели заметные отклонения такие как липкость нижней корочки, неравномерную пористость и вкусовые отклонения и в аромате из-за порошка цикория. Образец № 3 также уступает по ряду параметров – наличие трещин, светло-серый цвет мякиша, уплотнение в нижней части, а также хруст и привкус цикория. Таким образом, по описательной оценки, наиболее качественный был признан образец № 1, тогда как остальные уступали по ряду показателей.

Следующим этапом исследования было проведена математическая оценка полученных данных по органолептическим оценкам исследуемых образцов. В табл. 1 представлены оценки, полученные при дегустации.

Для обобщения органолептической оценки был использован комплексный показатель качества продукта (КПопк), разработанный Поповым В.П. и соавт. [6]. Для экспериментальных образцов бисквитного полуфабриката создана шкала перевода органолептических показателей на баллы КПопк, которые представлены в табл. 1. Расчёт был выполнен по следующей формуле:

$$K_{\text{Попк}} = \frac{B_v \cdot k_1 + B_p \cdot k_2 + C_m \cdot k_3 + T \cdot k_4 + B \cdot k_5 + A \cdot k_6}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6}, \quad (1)$$

где B_v – внешний вид образца, балл;

B_p – вид в разрезе, балл;

C_m – состояние мякиша, балл;

T – текстура, балл;

B – вкус, балл;

A – аромат, балл;

$k_1 - k_6$ – коэффициенты весомости соответствующих показателей, отн. ед.

Таблица 1

Оценки исследуемых образцов

Образец	Соотношение муки пшеничной 1 сорта, овсяной цельнозерновой муки на порошок цикория, %	Показатель органолептического анализа					
		Внешний вид	Вид в разрезе	Состояние мякиша	Текстура	Вкус	Запах
Контрольный	100:0	4,67	5,00	4,63	5,00	5,00	5,00
№ 1	93:7	4,75	5,00	4,38	5,00	5,00	5,00
№ 2	86:14	4,67	4,00	4,47	5,00	4,50	5,0
№ 3	79:21	4,33	3,75	4,03	5,00	4,17	4,50
№ 4	72:28	4,00	4,00	4,00	5,00	3,66	3,00
Коэффициент значимости	–	2,00	2,00	3,00	3,00	6,00	4,00

Традиционно интегральный показатель качества определяется как среднее арифметическое баллов, поскольку учитывает значимость каждого параметра. Результаты расчета $K_{\text{Попк}}$ для исследуемых образцов с учётом коэффициентов значимости представлены в табл. 2.

Таблица 2

Комплексная органолептическая оценка исследуемых образцов

Образец	$K_{\text{Попк}}$, балл
Контрольный	4,91
№ 1	3,88
№ 2	4,64
№ 3	4,31
№ 4	3,85

Результаты анализа табл. 2 свидетельствуют о том, что наивысший комплексный показатель (с точностью до второго десятичного знака) получил образец № 2, который также демонстрирует наибольшую близость к контрольному образцу. Примечательно, что образец № 1, занявший лидирующую позицию по результату описательной оценки, показал низкие значения комплексного показателя (3,88 балла), сопоставимые с результатами образца № 4 (3,85 балла). Образец № 3 занял вторую позицию по величине комплексного показателя.

Уравнение множественной линейной регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 34,297 - 2,976 \cdot X_1 - 11,590 \cdot X_2 + 11,597 \cdot X_3 - 2,893 \cdot X_4.$$

Высокий коэффициент множественной корреляции $R = 0,992$ указывает на очень сильную линейную зависимость между зависимой переменной (y) и набором независимых переменных (x_1 и x_4), также близок к 1, что говорит о том, что модель хорошо «объясняет» поведение y через выбранные факторы. Высокий ($R^2 = 0,984$) говорит, что модель на 98,4%

вариации зависимой переменной и свидетельствует о том, что выбранная комбинация предикторов ($X_1 - X_4$) практически полностью описывают изменение Y .

Низкая стандартная ошибка (0,051) является мерой точности прогнозов модели. Небольшое значение говорит о том, что предсказанные значения Y близки к фактическим – модель даёт точные оценки. Значимая F-статистика (15,462) в дисперсионном анализе показывает, что регрессионная модель в целом лучше объясняет вариацию Y , чем модель без предикторов (где Y – просто среднее значение). Несмотря на то, что p-значение F-теста (0,188) не достигает классического порога значимости ($p < 0,05$), величина F-статистики сама по себе указывает на сильную объяснительную способность модели.

Отрицательные коэффициенты у X_1 (–2,976) и X_2 (–11,590) означают, что увеличение этих факторов ведёт к снижению Y – это может быть осмысленно в контексте задачи (например, если X_2 – негативный фактор). Положительный коэффициент у X_3 (11,597) показывает, что этот фактор способствует росту Y – это также может быть ожидаемым эффектом (например, если X_3 – ключевой ресурс или драйвер роста). Y -пересечение (34,297) с относительно высокой t-статистикой (3,137) указывает на значимый базовый уровень Y при всех $X = 0$. Это важно для понимания «стартового» значения зависимой переменной вне зависимости от влияния предикторов.

Широкие доверительные интервалы как потенциал для дальнейших исследований хотя широкие интервалы (особенно для коэффициентов) указывают на низкую статистическую значимость при текущей выборке, это также означает, что при увеличении объёма данных коэффициенты могут стать значимыми. Также это даёт пространство для улучшения модели – сбор дополнительных данных может повысить надёжность оценок.

Потенциал для прогнозирования, несмотря на небольшую выборку, модель уже демонстрирует высокую способность к объяснению вариации Y – при расширении выборки и подтверждении значимости коэффициентов модель может быть использована для прогнозов.

Уравнение регрессии ($Y = 34,297 - 2,976 \cdot X_1 - 11,590 \cdot X_2 + 11,597 \cdot X_3 - 2,893 \cdot X_4$) даёт чёткий инструмент для расчёта Y при заданных значениях X . Практическая ценность для диагностики системы состоит в том, что даже без статистической значимости отдельных коэффициентов модель помогает выявить ключевые факторы, влияющие на Y . Это может быть полезно для качественного анализа и принятия решений (например, фокусировка на X_3 как на драйвере роста или на X_2 как на факторе риска).

В ходе проведения исследования было выявлено, что замена части овсяной цельнозерновой муки порошком цикория существенно влияет на органолептические характеристики бисквитного полуфабриката. Оптимальное соотношение муки и цикория – 93:7 (образец № 1), обеспечивающее наилучшие органолептические свойства (отсутствие дефектов, высокая эластичность, нейтральный вкус). Математический анализ (КПопк) выявил наивысший комплексный показатель у образца № 2 (86:14), что подчёркивает разницу между описательной и количественной оценками качества. Построена модель множественной регрессии ($R^2 = 0,984$), отражающая зависимость качества от состава рецептуры. Установлены «критические» уровни добавления цикория ($> 14\%$), ухудшающие свойства полуфабриката (липкость, неравномерная пористость, привкус цикория). Таким образом соотношение 93:7 рекомендуется для массового производства; сочетание органолептической оценки и 86:14 по расчёту КПопк даёт наиболее объективную оценку качества. Для улучшения описательных характеристик образца № 2 для дальнейшего исследования следует заварить порошок цикория в жидкости, например, молоке и тем самым уберётся хруст и появятся ореховый привкус и усилится ореховый аромат.

Список литературы

1. Куличенко А.И., Мамченко Т.В., Жукова С.А. Современные технологии производства кондитерских изделий с применением пищевых волокон // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – С. 203-206.
2. Безуглая И.Н. Разработка технологии и рецептур пряников, обогащенных фитодобавками: дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2007. – 139 с.
3. Савенкова Т.В. Научные принципы создания технологий функциональных кондитерских изделий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2006. – 59 с.
4. Красина И.Б. Использование стевии для создания диабетических мучных кондитерских изделий // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов: I Рос. науч.-практ. конф., Москва, 18–19 июня 2001 г. – М., 2001. – С. 221-222.
5. Гусаков А.И. Рецептуры на торты, пирожные, кексы и рулеты. – М., 1978. – Ч. 1: Бисквитные торты. – 460 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-343>
УДК 663.8:582.284:615.322

АДАПТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА ЧАГИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ДРУГИМИ АДАПТОГЕНАМИ

Федосенко А.О., аспирант

Научный руководитель – Мотовилов О.К., д-р техн. наук
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: fedosens@gmail.com

Аннотация. Рост интереса к функциональным безалкогольным напиткам обуславливает поиск новых природных ингредиентов с адаптогенными и антиоксидантными свойствами. В качестве перспективного сырья рассматривается *Inonotus obliquus*, содержащий полисахариды, тритерпеноидные соединения, фенолы и меланин. Цель настоящей работы – анализ адаптогенных свойств чаги и обоснование перспектив её использования в функциональных напитках на основе сравнительного анализа с классическими растительными адаптогенами (женьшень, родиола, элеутерококк, лимонник). Рассмотрены теоретические основы адаптогенной активности, механизмы действия БАВ и особенности химического состава чаги. Показано, что чага воспроизводит ключевые адаптогенные механизмы классических растений, включая регуляцию стресс-ответа, антиоксидантную защиту, иммуномодуляцию и метаболическую стабилизацию, при этом обладает рядом уникальных преимуществ, обусловленных сочетанием гидрофильных и липофильных фракций. Отдельное внимание уделено возможностям применения водных и сверхкритических CO₂-экстрактов чаги в рецептурах функциональных напитков, а также технологическим ограничениям и направлениям дальнейших исследований.

Ключевые слова: чага, *Inonotus obliquus*, адаптогены, биологически активные вещества, функциональные напитки, CO₂-экстракт

Введение. В последние годы возрастает интерес к функциональным безалкогольным напиткам, содержащим природные биологически активные вещества (БАВ) с адаптогенными и антиоксидантными свойствами. Перспективным сырьём является чага (*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pil.), богатая тритерпеноидными, фенольными и меланинсодержащими соединениями. Традиционные методы экстракции чаги имеют ограничения, что обуславливает интерес к сверхкритической CO₂-экстракции. Однако возможности

применения таких экстрактов в функциональных напитках изучены недостаточно, что определяет цель настоящей работы.

Теоретические основы адаптогенной активности. Термин «адаптоген» введён Н.В. Лазаревым в 1960 г. для обозначения веществ, повышающих устойчивость организма к стрессу. Были выделены природные растительные адаптогены, включая женьшень (*Panax* L.), элеутерококк (*Eleutherococcus* Maxim), родиолу розовую (*Rhodiola* L.), лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.) и др. Дальнейшее развитие концепции связано с работами И.И. Брехмана, который рассматривал адаптогены как самостоятельную группу фармакологически активных веществ, способных повышать адаптационный потенциал организма без истощения функциональных резервов. Брехман сформулировал ключевые критерии, которым должны соответствовать адаптогены [1]: безопасность при длительном применении; неспецифичность действия; усиление эффекта при нарастании неблагоприятных воздействий; нормализующее влияние независимо от направления исходных нарушений. Эти принципы легли в основу современной фармакогнозии и нутрициологии и используются при оценке функциональных ингредиентов адаптогенной направленности.

Адаптогены реализуют своё действие через ряд взаимосвязанных механизмов. Ключевым является регуляция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС), обеспечивающая оптимизацию стресс-реакции и предотвращение хронической гиперактивации стрессовой оси [2]. Важную роль играет антиоксидантная активность, связанная как с прямой нейтрализацией активных форм кислорода, так и с индукцией эндогенных антиоксидантных ферментов, включая супероксиддисмутазу и каталазы [2, 3]. Адаптогены также оказывают иммуномодулирующее действие, влияя на активность клеток врождённого и адаптивного иммунитета и продукцию иммуноглобулинов [4]. Дополнительно отмечается их участие в регуляции энергетического обмена и тканевого дыхания, что повышает устойчивость к гипоксии и физическим нагрузкам [5]. В совокупности адаптогены представляют собой многоуровневые регуляторы, обеспечивающие интегральный нормализующий эффект на уровне целого организма.

Сравнительный обзор классических адаптогенов. Женьшень рассматривается как эталонный адаптоген, действие которого обусловлено терпеновыми гликозидами с антиоксидантной, тонизирующей и иммуномодулирующей активностью. Его применение связано с повышением физической и умственной работоспособности, однако при длительном или неконтролируемом приёме возможны побочные эффекты, включая бессонницу и повышение артериального давления [2]. Адаптогенный эффект элеутерококка обусловлен элеутерозидами, влияющими на центральную нервную систему и метаболические процессы, а также противовоспалительным и антиоксидантным действием [4, 6]. Вместе с тем у лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями отмечается риск повышения артериального давления. Родиола розовая проявляет выраженное антистрессовое действие за счёт розавинов и салидрозидов, улучшая физическую выносливость, когнитивные функции и восстановление после нагрузок. При этом подчёркивается необходимость осторожного применения из-за возможных взаимодействий с другими БАВ. Лимонник китайский характеризуется адаптогенной активностью, обусловленной комплексом лигнанов, и оказывает тонизирующее и гепатопротекторное действие, повышая устойчивость к гипоксии, однако при избыточном употреблении может вызывать повышенную возбудимость [7].

Чага как перспективный адаптоген нового поколения. *Inonotus obliquus*, являясь богатым источником БАВ, традиционно применяется в народной медицине северных регионов Евразии. Современные исследования показывают, что спектр биологической активности чаги соответствует ключевым критериям адаптогенов, что позволяет рассматривать её как адаптоген нового поколения.

Химический состав чаги представлен полисахаридами (β -глюканы, гетерополисахариды), тритерпеноидами (инотодиол, бетулиновая кислота), меланинами,

фенольными соединениями и стеролами. Сочетание водорастворимых и липофильных фракций обеспечивает широкий спектр фармакологического действия.

По сравнению с классическими растительными адаптогенами чага характеризуется рядом преимуществ, включая сочетание гидрофильных и липофильных компонентов, высокое содержание меланинов и присутствие бетулиновой кислоты с выраженным биологическим потенциалом. Вместе с тем остаются нерешёнными вопросы стандартизации, связанные с вариабельностью химического состава в зависимости от региона произрастания, возраста гриба и метода экстракции. Это обуславливает необходимость разработки комплексных технологических подходов к получению и стабилизации активных фракций. В целом чага представляет собой перспективный источник адаптогенных веществ для создания инновационных функциональных продуктов, включая безалкогольные напитки профилактического назначения.

Сравнительный анализ механизмов действия чаги и классических адаптогенов.

Несмотря на различия в таксономической принадлежности и химическом составе, классические адаптогены и чага демонстрируют сходные эффекты на уровне организма.

Классические адаптогены оказывают выраженное влияние на регуляцию стресс-ответа, преимущественно через модуляцию ГГНС и нормализацию секреции кортизола. Экстракты чаги также повышают стрессоустойчивость, однако их действие реализуется не только через эндокринную регуляцию, но и за счёт снижения оксидативного стресса и модуляции иммунного ответа. Антиоксидантная активность характерна для всех адаптогенов. В чаге основную роль играют полифенолы, тритерпеноиды и меланины. Высокое содержание меланинов является её отличительной особенностью и обеспечивает пролонгированный антиоксидантный и радиопротекторный эффект [8]. Иммуномодулирующее действие классических адаптогенов проявляется преимущественно в стимуляции неспецифического иммунитета или регуляции адаптивного звена. Чага характеризуется более комплексным эффектом: β -глюканы активируют врождённый иммунитет, а тритерпеноиды и фенольные соединения модулируют цитокиновый профиль и воспалительные процессы, что расширяет потенциал её применения. В области метаболической регуляции женьшень и родиола улучшают энергетический обмен и повышают устойчивость к гипоксии. Чага демонстрирует сопоставимые эффекты, дополняя их нормализацией углеводного обмена и наличием бетулиновой кислоты с липидкорректирующим и противоопухолевым потенциалом [9]. К числу преимуществ чаги относятся сочетание гидрофильных и липофильных фракций, высокое содержание меланинов и присутствие тритерпеноидов с доказанной биологической активностью. В то же время её ограничением остаётся недостаточная клиническая валидация, поскольку большая часть данных получена в экспериментах *in vitro* и *in vivo*.

В целом чага воспроизводит ключевые адаптогенные механизмы классических растений, но благодаря уникальному химическому профилю может рассматриваться как перспективный адаптоген с расширенным спектром биологического действия.

Заключение. Экстракты чаги представляют собой перспективный функциональный ингредиент для безалкогольных напитков с адаптогенными свойствами. Водные экстракты хорошо совместимы с солодовыми и фруктовыми основами, тогда как липофильные CO_2 -экстракты требуют применения технологий стабилизации (эмульгирование, микрокапсулирование, полисахаридные носители) для обеспечения растворимости и сохранения биологической активности. Функциональные напитки с чагой могут быть позиционированы как продукты адаптогенного действия, направленные на снижение оксидативного стресса, поддержку иммунитета, повышение работоспособности и метаболическую стабилизацию. Это открывает возможности их применения в сегменте продуктов для активного образа жизни и профилактического питания. Основными ограничениями внедрения остаются вопросы стандартизации экстрактов, органолептической

оптимизации и необходимости расширения доказательной базы, что определяет направления дальнейших научных и технологических исследований.

Список литературы

1. Хасина Э.И. Израиль Ицкович Брехман. От замысла к воплощению. – Владивосток: Дальнаука, 2023. – 72 с.
2. Рябоконева Л.А., Сергеева И.Ю., Аншуков А.В. Фитоадаптогены как функциональные ингредиенты для пищевых систем (обзор) // АПК России. – 2024. – Т. 31. – № 1. – С. 105–118.
3. Sutopo N., Qomaladewi N., Lee H. Comprehensive understanding and underlying molecular mechanisms of the adaptogenic effects of Panax ginseng // Journal of Ginseng Research. – 2025. – Vol. 49. – Iss. 4. – P. 356–365.
4. Ratan Z., Youn S., Kwak Y. Adaptogenic effects of Panax ginseng on modulation of immune functions // Journal of Ginseng Research. – 2021. – Vol. 45. – Iss. 1. – P. 32–40.
5. Баймурадов Р.С., Чориева Ф.И. Применение адаптогенов и свеклы в спортивной медицине // Биология и интегративная медицина. – 2019. – № 2 (30). – С. 228–244.
6. Дзампаева Ж.В., Нарткоева М.И. Перспективы применения комплексных фитоадаптогенов в лечении и профилактике метаболического синдрома // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 2. – С. 145.
7. Анисимова А.Е. Лимонник китайский и спортсмен // Спортивная нутрициология-2022: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Москва, 17 нояб. 2022 г. – М., 2022. – С. 5–8.
8. Змитрович И.В., Денисова Н.П., Баландайкин М.Э. Чага и ее биоактивные комплексы: история и перспективы // Формулы фармации. – 2020. – Т. 2. – № 2. – С. 84–93.
9. Никитина С.А., Хабибрахманова В.Р., Сысоева М.А. Химический состав и биологическая активность тритерпеновых и стероидных соединений чаги // Биомедицинская химия. – 2016. – Т. 62. – № 4. – С. 369–375.

<https://doi.org/10.26898/2026-344>

УДК 637.049

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ

Хайдукова Е.В., канд. техн. наук, доцент

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина,
Вологда, Россия
e-mail: e.haidukowa@yandex.ru

Аннотация. Разработка продуктов нового поколения с заданными качественными характеристиками является важной задачей. В работе определена антиоксидантная активность растительных компонентов и рассмотрено влияние растительных компонентов на антиоксидантные свойства молочно-растительных систем. В результате такие продукты могут снижать негативное воздействие окислительного стресса на организм человека.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, растительные компоненты, молочно-растительные системы

Создание продуктов нового поколения с заданными характеристиками качества является одним из направлений реализации задач в области повышения качества пищевой

продукции. Влияние качества питания на профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни не вызывает сомнений и имеет доказательную базу на основе экспериментальных и статистических данных [1]. Производство продуктов здорового питания подразумевает снижение содержания в составе жиров, сахаров, соли и увеличение эссенциальных компонентов и биологически активных веществ. Это позволит скорректировать структуру питания населения и снизить количество алиментарно-зависимых заболеваний.

Одним из важных направлений технологий пищевых продуктов является разработка многокомпонентных пищевых систем за счет сочетания продуктов животного и растительного происхождения. Растительное сырье содержит не только витамины и минеральные вещества, но и биологически активные вещества, флавоноиды, которые придают ему антиоксидантные свойства [2]. Антиоксиданты связывают свободные радикалы, тем самым прерывая цепь свободно-радикального окисления, способного на клеточном уровне нарушить целостность мембраны клетки. А это в свою очередь может привести к развитию заболеваний.

Примером пищевой системы животного происхождения, проявляющей антиоксидантные свойства, является молоко и продукты его переработки. В состав антиоксидантной системы молока входят вещества различной химической природы: гидрофобные – жирорастворимые витамины, каротиноиды; гидрофильные – водорастворимые витамины, пептиды, белки; амфифильные – флавоноиды, фосфолипиды [3]. Эти соединения способны связывать ионы металлов в виде комплексов, блокировать активный атомарный кислород.

Объектом исследования являлся показатель антиоксидантная активность (АОА) различных растительных систем, комбинированных молочно-растительных продуктов.

Определение АОА проводили по методике [4], в основе которой лежит окислительно-восстановительная реакция восстановления перманганата калия в кислой среде под действием биологически активных веществ, присутствующих как в растительных системах, так и в молочных субстратах.

Растительные объекты, в которых определялась АОА, являются функциональными пищевыми добавками при разработке рецептур пищевых систем с улучшенным нутриентным составом и измененными реологическими характеристиками: арабиногалактан, апельсиновый сок, яблочное пюре, цикорий пастообразный [5, 6].

Молочные пищевые системы представлены молоком обезжиренным, пахтой, сывороткой. Эти виды молочного сырья при незначительной энергетической ценности имеют высокую пищевую ценность по принципу «минимум калорий, максимум пользы».

Арабиногалактан является растворимым пищевым волокном, используется в качестве загустителя и стабилизатора консистенции. В результате получена зависимость АОА от содержания арабиногалактана в системах (табл.1).

Таблица 1

**Антиоксидантная активность систем с арабиногалактаном
(мг/мл в пересчете на кверцетин)**

Субстрат	Массовая доля арабиногалактана, %					
	0,0	1,5	3,0	5,0	7,0	10,0
Вода	-	0,040±0,01	0,060±0,01	0,096±0,01	0,139±0,01	0,192±0,01
Сыворотка	0,074	0,086±0,02	0,093±0,02	0,109±0,02	0,109±0,02	0,119±0,02
Об. молоко	0,212	0,227±0,05	0,313±0,05	0,357±0,05	0,357±0,05	0,417±0,05
Пахта	0,181	0,192±0,04	0,192±0,04	0,227±0,04	0,227±0,04	0,313±0,04

Исходные субстраты, кроме воды, проявляют антиоксидантную активность благодаря своему нутриентному составу: у обезжиренного молока этот показатель максимальный, видимо, за счет белковых компонентов. Сыворотка содержит меньше белков, а в пахте высокое содержание фосфолипидов. Внесение арабиногалактана усиливает

антиоксидантную активность исследуемых систем по мере увеличения массовой доли внесенного пищевого волокна.

Растительные компоненты: апельсиновый сок, яблочное пюре, цикорий пастообразный входят в рецептуру молочного мороженого с наполнителями и изменяют антиоксидантный профиль молочно-растительной системы – молочное мороженое с наполнителями (табл. 2).

Таблица 2

**Антиоксидантная активность систем с арабиногалактаном
(мг/мл в пересчете на кверцетин)**

АОА	Пищевая система				
	Апельсиновый сок	Яблочное пюре	Цикорий пастообразный	Молочное мороженое	Мороженое с наполнителями
	0,139±0,01	0,229±0,04	4,167±0,51	0,167±0,02	0,313±0,05

Растительные компоненты, используемые в рецептуре мороженого, содержат биологически активные вещества, обладающие антиоксидантной активностью: фенольные соединения, пектиновые вещества, аскорбиновая кислота. Их присутствие в мороженом с наполнителями изменяет антиоксидантный профиль готового продукта. Кроме того, в исследовании [6] установлено влияние АОА на рост мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Это в свою очередь улучшает хранимостепособность и увеличивает сроки годности готового продукта.

Присутствие в пищевых системах веществ с антиоксидантными свойствами позволяет получать продукты антиоксидантного профиля, способных замедлять окислительный стресс в организме человека. Кроме того, антиокислительные свойства молочно-растительных систем препятствуют развитию в них посторонней микрофлоры, что повышает устойчивость таких систем при хранении.

Список литературы

1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р [Электронный ресурс] // Система ГАРАНТ: сайт. – URL: <http://base.garant.ru>.
2. Хайдукова Е.В. Антиокислительная способность фруктовых сиропов как показатель их натуральности // Современные процессы в пищевых производствах и инновационные технологии обеспечения качества пищевых продуктов: сб. науч. тр. - Сочи, 2024. - С. 447-450.
3. Добриян Е.И. Антиоксидантная система молока // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82. – № 2. – С.101-106.
4. Пат. № 2170930 С1 Российская Федерация. Способ определения антиокислительной активности / Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П. и др.; № 2000111126/14; заявл. 05.05.00; опубл. 20.07.01.
5. Хайдукова Е.В., Новокшанова А.Л. Антиоксидантная активность побочного молочного сырья с арабиногалактаном // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. – Минск: Беларуская навука, 2024. – С. 277-283.
6. Неронова Е.Ю., Хайдукова Е.В., Носкова В.И., Бойцова А.Г. Изучение антиоксидантной активности и хранимостепособности молочного мороженого с апельсином, яблоком, цикорием // Молочнохозяйственный вестник. - 2025. - № 3. – С. 223-236.

КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ: ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КУРИНЫХ КОЛБАСОК ДЛЯ ГРИЛЯ

Чуйкина Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

e-mail: tatyana-chuykina@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования качества колбасок куриных для гриля «Филейные» произведенных на птицеводческом предприятии Челябинской области, по микробиологическим и гигиеническим показателям.

Ключевые слова: микробиологические показатели, куриные колбаски, гигиенические показатели, требования, гриль, антибиотики

Популярность продукции, предназначенной для приготовления на гриле, стабильно растет, особенно в сезон активного отдыха. Среди всего ассортимента особое место занимают куриные колбаски, которые позиционируются как более легкая и полезная альтернатива традиционным свиным или говяжьим сосискам. Их востребованность обусловлена относительно невысокой стоимостью, диетическими свойствами мяса птицы и удобством использования. Однако именно массовость производства и специфика дальнейшего приготовления (часто с нарушением температурных режимов) выводят на первый план вопросы их качества и безопасности.

Гигиеническая экспертиза подобных продуктов питания является критически важным элементом системы контроля. Она направлена на всестороннюю оценку показателей, гарантирующих не только органолептическое удовлетворение, но и полную безопасность для потребителя. Для колбасок для гриля ключевое значение имеют микробиологические показатели (общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы).

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью систематизации критериев оценки и проверки соответствия куриных колбасок для гриля действующим нормативам (таким как Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

Целью работы является проведение гигиенической экспертизы куриных колбасок для гриля для комплексной оценки их качества и безопасности.

Для определения качества куриных колбасок для гриля «Филейные» по микробиологическим показателям, в отдел бактериологии, пищевой микробиологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Челябинской испытательной лаборатории, была направлена проба массой 4,8 кг, отобранные из партий массой 72 кг. Исследование образцов колбасок куриных для гриля проводилось с использованием стандартных микробиологических методов. Определялись следующие показатели: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП), коагулазоположительных стафилококков (*Staphylococcus aureus*), листерий (*Listeria monocytogenes*), а также сульфитредуцирующих клостридий. Оценка проводилась путем сравнения полученных данных с установленными нормативами [1]. Результаты исследований представлены в табл. 1. Для проведения исследований на гигиенические требования к куриным колбаскам для гриля от птицеводческого предприятия Челябинской области в химико-токсикологический отдел Челябинской испытательной лаборатории была направлена проба массой 4,8 кг куриных колбасок для гриля от партий массой 72 кг для установления на

соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ЕАЭС 051/2021 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки», ТУ 10.13.14-030-71703490-21. Исследования проводились согласно нормативной документации на методы исследований. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1

Микробиологические показатели куриных колбасок для гриля «Филейные»

Показатель	Результаты испытаний	Нормативные требования	НД на метод испытания
<i>Listeria monocytogenes</i>	Не обнаружены в 25 г	Не допускается в 25 г	ГОСТ 32031-2022. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий <i>Listeria monocytogenes</i> и других видов <i>Listeria</i>
<i>S. aureus</i>	Не обнаружены в 1,0 г	Не допускается в 0,1 г (для продуктов срок годности которых превышает 2 суток, - в 1,0 г)	ГОСТ 31746-2012:(ISO 6888-L:1999, ISO 6888-12:1999, ISO 6888-3:2003). Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и <i>Staphylococcus aureus</i> , п. 8.1
БГКП	Не обнаружены в 1,0 г	Не допускается в 1,0 г	ГОСТ Р 54374-2011. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек, п. 8.1
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1,0 \times 10^1$	Не более $1,0 \times 10^3$	ГОСТ 7202.2.1-2017. Продукты убоя птицы, продукты из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, п. 7.1
Сульфитредуцирующие клостридии	Не обнаружены в 0,1	Не допускается в 0,1 г	ГОСТ 7702.2.6-2015. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий

Установлено, что показатели исследованных образцов находились в пределах допустимых нормативных значений. Уровень КМАФАнМ свидетельствовал о соблюдении технологических режимов производства и не превышал $1,0 \times 10^3$ КОЕ/г и составил $1,0 \times 10^1$ КОЕ/г. Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) не допускаются в 1,0 г продукции, в образцах куриных колбасок для гриля не обнаружены. К наличию сульфитредуцирующих клостридий предъявляются жесткие требования, они не допускаются в 0,1 г продукции, в исследуемых образцах обнаружены не были.

Гигиенические показатели безопасности включают требования к содержанию токсичных элементов, антибиотиков, ГМО. Гигиеническая оценка подтвердила соответствие готовой продукции требованиям безопасности.

Обнаружение следовых количеств амфениколов в колбасках для гриля не является нарушением. Остатки лекарственных препаратов выявляются в пищевой продукции из сырья животного происхождения, используемого при производстве. Наличие антибиотиков тетрациклиновой группы в колбасках для гриля может означать, что при производстве продукта не соблюдали регламент использования антибиотиков. Возможно, антибиотики добавляли в корм животным для профилактики заболеваний или из-за того, что на фоне некоторых из них животные быстрее набирают вес [2]. Согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», содержание антибиотиков тетрациклиновой группы в продуктах питания не допускается. Присутствие хлорорганических соединений не выходит за пределы норм, как правило они в продукцию

попадают из недостаточно очищенной воды после обеззараживания. Наличие полипептидных антибиотиков в колбасках для гриля может означать, что в продукции обнаружены остатки ветеринарных лекарственных средств. Следовые количества антибиотиков не являются нарушением, но такая продукция не соответствует требованиям безопасности пищевой продукции. Генетически модифицированные организмы в продукции не обнаружены [3].

Таблица 2

Гигиенические показатели безопасности куриных колбасок для гриля «Филейные»

Наименование показателя	Результаты испытаний	Нормативные требования	НД на метод исследований
Аб. Амфениколы			
Хлорамфеникол, мкг/кг	Менее 0,2	Не допускается (< 0,0003 мг/кг)	ГОСТ 34533-2019. Продукты пищевые, продовольственное сырье. Метод определения остаточного содержания сульфаниламидов, нитроимидазолов, пенициллинов, амфениколов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором
Тиамфеникол, мкг/кг	Менее 1,0	Не более 0,05 мг/кг	
Флорфеникол, мкг/кг	Менее 1,0	Не более 0,1 мг/кг	
Флорфениколамин, мкг/кг	Менее 1,0	Не более 0,1 мг/кг	
В1. Антибиотики тетрациклиновой группы			
Доксициклин, мкг/кг	Менее 1,0	Не более 0,1 мг/кг	МУ А-1/089. Методические указания по определению остаточного содержания тетрациклинов в продукции животноводства методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием
Тетрациклиновая группа, мкг/кг	Менее 1,0	Не допускается (< 0,01 мг/кг)	
Окситетрациклин, мкг/кг	Менее 1,0	Не допускается (< 0,01 мг/кг)	
Тетрациклин, мкг/кг	Менее 1,0	Не допускается (< 0,01 мг/кг)	
Хлортетрациклин, мкг/кг	Менее 1,0	Не допускается (< 0,01 мг/кг)	
В3а.ХОС			
Массовая доля ДДТ и его метаболиты, мг/кг	Менее 0,005	Не более 0,1	ГОСТ 32308-2013. Мясо и мясные продукты. Определение содержания хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии
Массовая доля ГХЦГ (α-,β-,γ-изомеры), мг/кг	Менее 0,005	Не более 0,1	
В3с. Токсичные элементы			
Массовая доля кадмия, мг/кг	Менее 0,01	Не более 0,05	ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов; ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-Абсорбционный метод определения токсичных элементов
Массовая доля свинца, мг/кг	0,06 ± 0,03	Не более 0,5	
Массовая доля мышьяка, мг/кг	Менее 0,01	Не более 0,1	ГОСТ 31266-2004. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. ГОСТ 31671-2012 (EN 13805-2002). Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Подготовка проб методом минерализации при повышенном давлении
Массовая доля ртути, мг/кг	0,004±0,002	Не более 0,03	ГОСТ Р 53183-2008 (EN 13806-2002). Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением; ГОСТ 31671-2012 (EN 13805-2002). Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Подготовка проб методом минерализации при повышенном давлении

Продолжение таблицы			
В1. Полипептиды			
Актиномицин D, мкг/кг	Менее 5	Не допускается	МУ А 1/045. Методические указания по арбитражному определению остаточного содержания полипептидных антибиотиков в продукции животноводства методом высокoeffективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором
Бацитрацин В, мкг/кг	Менее 1	Не допускается (< 0,02 мг/кг)	
Бацитрацин А, мкг/кг	Менее 5	Не допускается (< 0,02 мг/кг)	
Варгиниамицин MI, мкг/кг	Менее 5	Не допускается	
Варгиниамицин SI, мкг/кг	Менее 5	Не допускается	
Колистин А, мкг/кг	Менее 5	Не более 0,15 мг/кг	
Колистин В, мкг/кг	Менее 3,75	Не более 0,15 мг/кг	
Новобиоцин, мкг/кг	Менее 5	Не допускается	
Полимиксин В1, мкг/кг	Менее 5	Не допускается	
Полимиксин В2, мкг/кг	Менее 2,5	Не допускается	
Генетические модифицированные организмы (ГМО)			
Генетически модифицированные организмы (ГМО)	Не обнаружено	Содержание в пищевой продукции 0,9 процентов и менее ГМО является случайной или технически неустранимой примесью, и такая продукция не относится к пищевой продукции, содержащей ГМО	ГОСТ Р 53214-2008. Продукты пищевые. Методы анализа для обнаружения генетически модифицированных организмов и полученных из них продуктов. Общие требования и определения. Инструкция по применению набора реагентов для обнаружения специфичных для ГМ растений генов

Вывод. Гигиеническая экспертиза подтвердила, что добросовестные производители выпускают куриные колбаски для гриля, соответствующие требованиям качества и безопасности. Однако выявленные в ряде случаев отклонения подчеркивают необходимость усиления производственного и государственного контроля за данной продукцией.

Список литературы

1. Ширманова К.О. Качество сосисок по нормативным показателям // Актуальные проблемы инфекционной патологии и биотехнологии: материалы IX Междунар. студ. науч. конф. – 2016. – С. 181-184.
2. Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю., Матросова Ю.В., Шепелева Т.А., Чуйкина Т.Н., Мокин С.В. Повышение сохранности ремонтного молодняка и кур родительского стада за счет комплексных кормовых добавок в рационе // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2023. - № 5 (214). - С. 15-26.
3. Чуйкина Т.Н., Черкас Д.Г. Содержание тяжелых металлов в зерновых культурах в условиях техногенных и биогеохимических провинций Челябинской области // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн. – Барнаул, 2018. – С. 127-129.

Секция 9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОИНДУСТРИИ

<https://doi.org/10.26898/2026-346>
УДК 681.2.08:632.9:004.8

НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОМПЛЕКСА БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Алейников А.Ф.^{1,2}, д-р техн. наук, проф.,
Клименко К.В.², магистрант

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия
e-mail: fti2009@yandex.ru

Аннотация. Предложен подход определения комплекса болезней растений с применением набора данных с различными болезнями с искусственным введением аналоговых видов градаций цветов (серо-чёрно-коричневых) фонов листьев, пораженных различными болезнями. При этом находится и оценивается не конкретная болезнь, а степень поражения листа биотическими и абиотическими факторами. Затем степень поражения подвергается процедуре многократной классификации. Определен ключевой для обучения и тестирования моделей открытый набор данных – PlantVillage, а также для сравнительного анализа выбраны три перспективные архитектуры нейронной сети (MobileNetV3, ResNet, EfficientNet), представляющие разные компромиссы между точностью и производительностью. Реализованная и обученная baseline-модель на основе MobileNetV3Large. Модель продемонстрировала высокие показатели качества (accuracy = 0,974, F1-score = 0,962) на 38 классах набора данных PlantVillage.

Ключевые слова: растение, болезнь, техническое зрение, машинное обучение, нейронная сеть

Диагностика болезней растений по изображениям листьев растений является востребованной и перспективной сферой деятельности, когда она производится с использованием компьютерного зрения, машинного и глубокого обучений. Современные сельхозпроизводители и фермеры сталкиваются с необходимостью оперативной идентификации болезней на ранних стадиях, что напрямую влияет на урожайность, экономические потери и экологическую нагрузку от чрезмерного применения фунгицидов.

Компьютерное зрение, с применением сложных алгоритмов глубокого обучения, позволило получать объективные, точные и масштабируемые решения для измерения различных характеристик растений, идентификации растений, анализа дефицита питательных веществ и диагностики болезней [1]. Несмотря на прогресс, достигнутый в области применения компьютерного зрения, всестороннюю реализацию этого метода на практике сдерживают ряд проблем [2]. Они связаны в первую очередь с ограниченными объёмами данных и вычислительными мощностями применяемых технических средств, а также с постоянной изменчивостью окружающей среды. Серьёзным препятствием является

разрозненность данных dataset в системе интернет вещей – IoT, которая ограничивает способность моделей к обобщению в различных условиях среды обитания растений. Эта неоднозначная разрозненность, в первую очередь, обусловлена множеством видов сельскохозяйственных культур и типов почв, а также разнообразием климатических условий. Поэтому, например, модель, обученная распознавать болезни твердой пшеницы в регионах с умеренным климатом, может оказаться не столь эффективной при применении на рисовых полях в субтропическом климате России. Такая фрагментация не только увеличивает стоимость сбора данных, но и требует дополнительных экспертно-ориентированных затрат. Другой проблемой являются вычислительные требования применяемых моделей компьютерного зрения на основе глубокого обучения, т.к. они требуют наличия мощных вычислительных ресурсов. Зачастую их трудно достичь на современных устройствах, таких как, например, БПЛА или переносных вычислительных приборы. Кроме того, сельскохозяйственная среда сопряжена с определёнными трудностями. В отличие от контролируемых условий, например, в теплицах, на реальных сельскохозяйственных полях значительно изменяются полученные визуальные данные. Это происходит из-за изменения освещённости и затенения, вызванное густым покровом исследуемой культуры. Кроме того, естественный цикл роста сельскохозяйственных культур также может привести к искажению данных. Например, утренняя роса на листьях распознаётся системой компьютерного зрения как симптом определенных болезней.

Нами предлагается подход определения комплекса болезней растений с применением dataset с различными болезнями с искусственным введением аналоговых видов градаций цветов (серо-чёрно) фонов листьев, пораженных различными болезнями. При этом находится и оценивается не конкретная болезнь, а степень поражения листа биотическими и абиотическими факторами. Затем степень поражения подвергается процедуре многократной классификации. Такой подход позволит не только повысить достоверность оценки функционального состояния растений, но и осуществить раннюю диагностику развития болезней, когда внешних симптомов не видно невооруженным глазом, что важно при определении фенотипа культурных растений [3]. Прорыв в области компьютерного зрения, в том числе и для агропромышленных задач, связан с применением сверточных нейронных сетей (CNN). Архитектура типичной CNN для классификации изображений является глубокой (многослойной) и последовательной, она состоит из чередующихся типов слоев, каждый из которых выполняет специфическую функцию [4, 5]. CNN способны автоматически извлекать иерархические признаки непосредственно из изображений – от простых границ и текстур на начальных слоях до сложных паттернов, характерных для конкретных заболеваний, на глубоких слоях [5]. Важным преимуществом является возможность трансферного обучения (transfer learning) – использования моделей, предварительно обученных на огромных наборах данных общего назначения (например, ImageNet), с их последующей дообучением (fine-tuning) на специализированных наборах данных по растениям. Это позволяет достигать высокой точности при относительно небольшом количестве размеченных изображений болезней [5]. В качестве базовых моделей глубокого обучения были выбраны три современные и эффективные архитектуры CNN: MobileNetV3, ResNet и EfficientNet. Выбор обусловлен их признанной эффективностью, разным балансом между точностью и вычислительной сложностью, что важно для оценки потенциального внедрения в мобильное приложение [4, 5] (табл. 1).

Успех обучения любой модели глубокого обучения напрямую зависит от качества и объема набора данных – dataset. Наиболее известным и широко используемым в исследованиях публичным dataset является PlantVillage, содержащий десятки тысяч изображений листьев здоровых и больных растений различных культур [4]. Его популярность обусловлена размером, разнообразием классов и публичной доступностью. В современных исследованиях также делается акцент на создании более сложных и реалистичных dataset, включающих изображения, сделанные в полевых условиях (а не на

однородном фоне), и на разработке моделей, способных к обобщению (generalization), т.е. к корректной работе на данных новых культур или в новых условиях съемки, что является сложной и актуальной задачей [6].

Таблица 1

Модели глубоких нейронных сетей

Название модели CNN	Разработчик	Особенности
ResNet	Microsoft Research	Остаточные блоки (skip-connections): решают проблему затухания градиента, позволяя обучать очень глубокие сети (десятки-сотни слоев)
MobileNetV3	Google	Глубоко разделимые свертки, система NAS (AutoML): оптимизированы для мобильных устройств. Использует линейные bottleneck-блоки, squeeze-and-excitation модули, h-swish активацию для баланса скорости и точности
EfficientNet	Google Research	Составное масштабирование: единый коэффициент согласованно масштабирует глубину, ширину сети и разрешение входного изображения. Обеспечивает наилучший баланс точности и вычислительной эффективности (FLOPS/параметры)

В качестве основы выбрана архитектура MobileNetV3Large – современная CNN, обеспечивающая высокую точность при умеренной вычислительной сложности. Обучение проводилось на dataset PlantVillage в его полной версии: 54 306 изображений, охватывающих 38 классов (14 культур, по 2–6 видов поражений + здоровое состояние). Данные были разделены с помощью встроенного механизма flow_from_directory с параметром доли данных при валидации (проверке) validation_split=0,15, что дало ~ 46 160 изображений в обучающей и ~ 8 146 – в валидационной выборке; числовое значение алгоритмов случайной генерации было зафиксировано на уровне 43 для воспроизводимости.

Модель обучалась методом transfer learning без fine-tuning backbone'a: веса предобученной MobileNetV3Large (на ImageNet) оставались полностью замороженными, обучалась только добавленная голова: GlobalAveragePooling2D → BatchNormalization → Dense(128, relu, L2-регуляризация) → Dropout(0.5) → Dense(38, softmax). В качестве оптимизатора использовался Adam с единым коэффициент скорости обучения learning_rate=0,001, функция потерь – категориальная кросс-энтропия, метрики оценки – точность ассигасы и макро-усреднённый показатель качества F1-score. Обучение выполнено за 10 эпох при значениях параметров примеров данных batch_size=32, кортеджа чисел target_size=(224, 224) [4, 5]. Динамика сходимости показывает стабильное улучшение качества на валидационной выборке: уже на 1-й эпохе val_accuracy = 0,9642, к 10-й – val_accuracy = 0,9739, val_F1_score = 0,9623. При этом разрыв между ошибками модели train- и val-loss оставался небольшим (< 0,1 после 2-й эпохи), что свидетельствует об отсутствии переобучения. Результаты обучения этой модели (табл. 2) сопоставимы с достижениями Моханти [4], где GoogleNet достиг 99,35 % точности – ассигасы на том же наборе данных, но при использовании значительно более тяжёлой архитектуры (~ 50 млн параметров против ~ 5,4 млн у MobileNetV3Large). Важно, что обученная в процессе эксперимента модель обеспечивает высокое качество (F1 > 0,96) при значительно меньшей ресурсоёмкости, а сохранённая в формате .keras и экспортированная через model.export() готова к конвертации в библиотека для машинного обучения TensorFlow Lite. Особое внимание уделено архитектуре кода: последовательность этапов (pipeline) реализована в модульном стиле. Это позволяет без изменения логики обучения легко заменить базовую модель для новой архитектуры. Такой подход обеспечивает масштабируемость и упрощает сравнительные эксперименты в будущем.

Выводы. Установлено, что методы глубокого обучения, в частности, CNN стали доминирующим и наиболее эффективным подходом, превосходящим классические алгоритмы машинного обучения по точности и автоматизации процесса извлечения признаков. Определен ключевой для обучения и тестирования моделей открытый набор данных – PlantVillage, а также для сравнительного анализа выбраны три перспективные

архитектуры CNN (MobileNetV3, ResNet, EfficientNet), представляющие разные компромиссы между точностью и производительностью. Практическим результатом работы является реализованная и обученная baseline-модель на основе MobileNetV3Large. Модель продемонстрировала высокие показатели точности и качества (accuracy = 0,974, F1-score = 0,962) на 38 классах набора данных PlantVillage, подтвердив тем самым принципиальную возможность построения точного и легковесного классификатора. Архитектура была спроектирована модульно, что обеспечивает легкую замену базовой модели для последующих сравнительных экспериментов с ResNet и EfficientNet.

Полученные результаты создают основу для следующего этапа работы, который будет включать предобработку изображений (сегментация, аугментация), углубленное сравнительное тестирование выбранных архитектур, оптимизацию модели для развертывания на мобильных устройствах и проектирование прототипа приложения.

Таблица 2

Результаты обучения модели MobileNetV3Larg

Эпоха	Точность (обучение) train_acc	Точность (валидация) val_acc	Качество (обучение) train_F1	Качество (валидация) val_F1	Ошибка (обучение) train_loss	Ошибка (валидация) val_loss
1	0,8495	0,9642	0,7945	0,9533	0,7364	0,3187
5	0,9397	0,9722	0,9205	0,9622	0,3552	0,2580
10	0,9451	0,9739	0,9273	0,9623	0,3340	0,2470

Список литературы

1. Ding W., Abdel-Basset M., Alrashdi I., Hawas H. Next generation of computer vision for plant dis-ease monitoring in precision agriculture: A contemporary survey, taxonomy, experiments, and future direction // Information Sciences. – 2024. – Vol. 665. – P. 120338.
2. Wang W., Kang Y.A. Review of computer vision technologies in precision agriculture: from crop disease detection to farm management // Theoretical and Natural Science. – 2025. – Vol. 101 (1). –P. 34-39.
3. Афонников Д.А., Генаев М.А., Дорошков А.В., Комышев Е.Г., Пшеничникова Т.А. Методы высокопроизводительного фенотипирования растений для массовых селекционно- генетических экспериментов // Генетика. – 2016. – Т. 52. – № 7. – С. 788–803.
4. Mohanty S.P., Hughes D.P., Salathe M. Using deep learning for imagebased plant disease detection // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. – P. 1–10. DOI: 10.3389/fpls.2016.01419.
5. Ullah N., Khan J.A., Almakdi S., Ahmad F., Mehmood K., Ullah S. An effective approach for plant leaf diseases classification based on a novel DeepPlantNet deep learning model // Frontiers in Plant Science. – 2023. – Vol. 14. – P. 1–16.
6. Bouacida I., Farou B., Djakhdjakha L., Seridi H., Kurulay M. Innovative deep learning approach for cross-crop plant disease detection: A generalized method for identifying unhealthy leaves // Information Processing in Agriculture. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2024.03.002> (дата обращения: 10.01.2026).

К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

**Алтыбаев А.Н.¹, д-р техн. наук, доцент,
Жанбырбаев А.Б.², канд. физ.-мат. наук**

¹Научно-производственный центр агроинженерии, Алматы, Республика Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
Алматы, Республика Казахстан
e-mail: narikovich@yandex.ru

Аннотация. Приведены некоторые результаты научно-проектных изысканий по созданию программно-аппаратного инструментария для автоматизированного ведения инженерных расчетов при эксплуатации мобильных агрегатов.

Ключевые слова: база данных, архитектура, функционал, модульный подход, алгоритм, расчет, эксплуатационные решения

Постановка проблемы. Инженерно-технологические аспекты эксплуатации мобильных агрегатов, применяемых в сельском и лесном хозяйствах, связаны с расчетами по определению прогнозно-плановых показателей технологических процессов (операций) и оценке эффективности использования технологических комплексов машин, в алгоритмы которых входят данные различных форм и содержаний [1, 2]. Как правило, эти данные представлены в виде справочных данных, поправочных коэффициентов и т.д., в самых различных источниках, что создает значительную проблему в ведении вычислительных процедур для принятия управленческих решений в условиях реального производства. В то же время современное состояние в области прикладного применения платформ информационно-цифровых технологий позволяет создавать соответствующий программно-аппаратный инструментарий для цифровой трансформации инженерных расчетов.

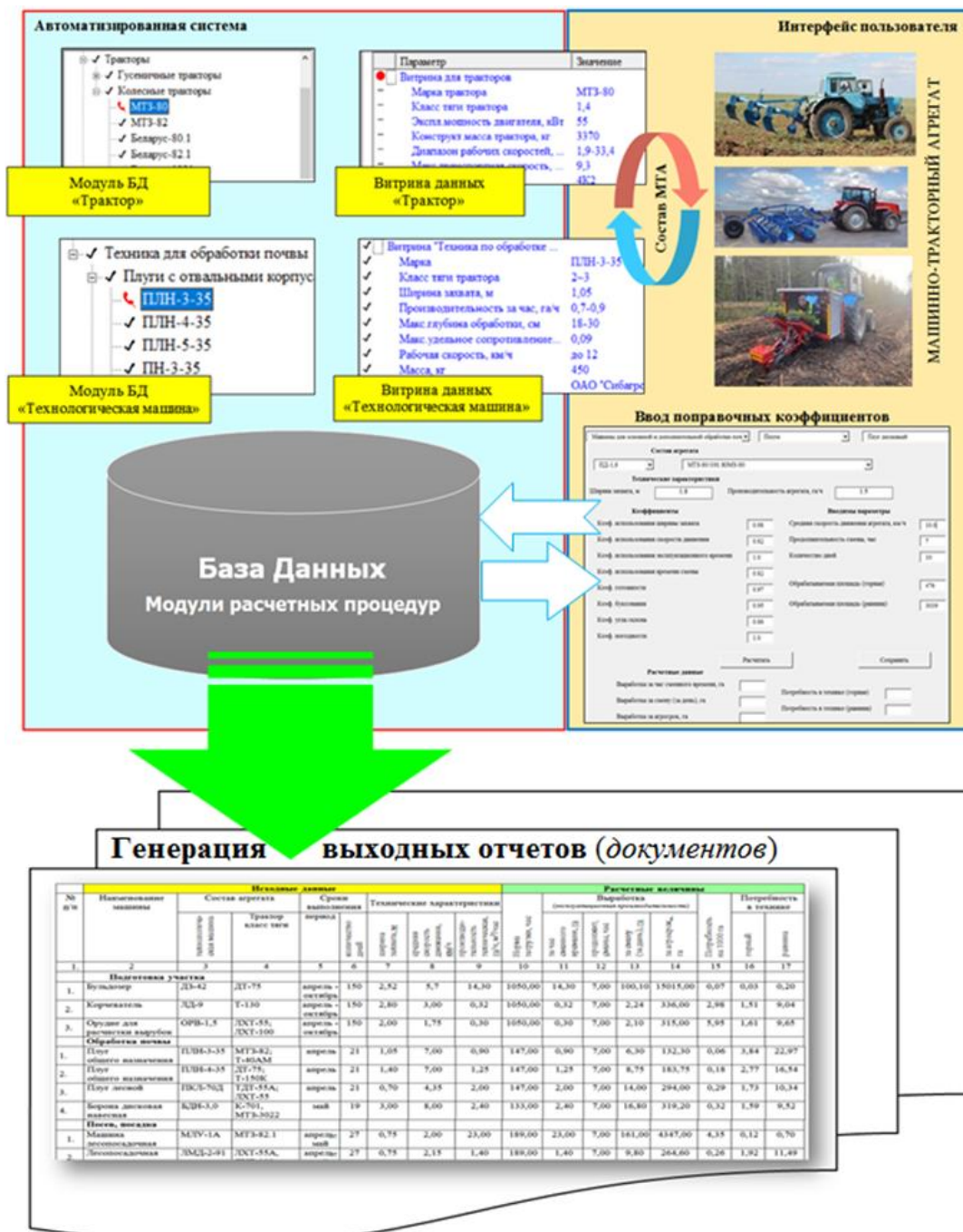
Методы и материалы. Методология исследований опирается на принципы системного подхода. В системном анализе принята концепция построения моделей, которые для мобильных агрегатов сконструированы из эмпирических зависимостей, полученных с использованием методов математической статистики, теории мобильных энергетических средств, эксплуатации машинно-тракторного парка.

Результаты. Автоматизированная система расчета показателей машиноиспользования (АСРПМ) представляет собой программную продукцию для информационной поддержки операционной деятельности специалиста по ведению инженерно-технологических расчетов и принятия эксплуатационных решений в области использования мобильных агрегатов в сельском и лесном хозяйствах.

По результатам аналитических исследований и проектных изысканий установлено, что наиболее приемлемым вариантом следует считать выбор базовой платформы Компании SAS [3], имеющей весьма широкую функциональность. Прежде всего это простота интеграции и модульный подход к построению архитектуры базы данных. Кроме того, для встраивания аналитики в бизнес-процессы, в SAS предусмотрен целый стек технологий. Интеграция на уровне данных (SAS Data Integration), интеграция на уровне потоков событий (SAS Event Stream Processing), интеграция на уровне запросов решений (SAS Decision Manager), интеграция на уровне управления жизненным циклом моделей (SAS Model Manager), интеграция на уровне разнородных аналитических инструментов типа R, Python, Scala (SAS Viya). На рисунке приведена условно-логическая архитектура АСРПМ.

АСРПМ имеет два функциональных блока – собственно автоматизированную систему и интерфейс пользователя. Интерфейс пользователя адаптирован к интуитивному

пониманию пользователем логики поиска нужной информации и алгоритма расчета на каждом этапе решения задач. Автоматизированная система содержит программно интегрированную совокупность модулей баз данных, соответствующих различным аспектам семантической онтологии предметной области, в качестве которой приняты процессы машиноиспользования в области сельского и лесного хозяйств. Архитектура базы данных имеет иерархическую структуру с организацией «гибких» витрин данных для разнообразных технических характеристик и эксплуатационно-технологических показателей. Библиотека справочных данных содержит поправочные коэффициенты и постоянные числовые данные, учитывающие условия функционирования мобильных агрегатов при выполнении полевых механизированных работ.



Условно-логическая архитектура АСПИМ

Кроме того, предусмотрен функционал, позволяющий сохранять результаты проведенных расчетов в хронологической последовательности, что способствует формированию статистики исторических данных. Для реализации расчетных процедур применима табличная среда Excel, а форма и структура выходных отчетов (документов) могут быть сформированы пользователем самостоятельно в соответствии с решаемой задачей на данный момент. Алгоритмы расчетов на первом этапе разработки предлагаемой автоматизированной системы могут быть заимствованы из известных источников, а в перспективе могут быть адаптированы к новым подходам к пониманию процессов эксплуатации мобильных агрегатов.

Практическое применение АСРПМ не требует специального обучения пользователя, результаты эксплуатационного тестирования [4] показали функциональную работоспособность предлагаемых ИТ-решений. Также установлено, что эффективность труда повышается многократно за счет исключения ошибки человеческого фактора, повышения оперативности получения и точности исходных данных. Затраты временных ресурсов на принятие управленческих решений сокращаются в 3–5 раз.

Выводы и предложения. Современные программно-аппаратные платформы становятся более доступными для решений прикладно-практических задач реального производства. Для принятия эффективного ИТ-решения разработчикам следует усилить научно-методическую основу формирования архитектуры базы данных предметной области автоматизации.

Список литературы

1. Анализ эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов: лабораторные работы / сост.: И.М. Курочкин, Д.В. Доровских. – Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2009.
2. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: сб. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.
3. Peter Eberhardt. The DS2 Procedure. SAS® Programming Methods at Work // Chapter 1: Solving Bigger Problems. From The DS2 Procedure: SAS® Programming Methods at Work, by Peter Eberhardt. Copyright. – 2016, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA. – 108 p. – URL: https://docs.yandex.kz/docs/view?tm=1727163207&tld=kz&lang=en&name=68945_excerpt.pdf&text=Chapter%20%3A%20Object-Orient.
4. Отчет о НИР «Разработка научных основ сохранения и повышения устойчивости лесных экосистем по регионам Казахстана» (заключительный). № гос. регистрации 0121PK00704. – Щучинск, 2023.

УСТРОЙСТВО ПРИРОДОПОДОБНОГО ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ШКАФА «БИОТРОН»

**Альт В.В., д-р техн. наук, проф., акад. РАН,
Минеев В.В.,
Елкин О.В., канд. техн. наук,
Золотарев В.А.,
Фурзиков В.М.**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: victoryalt@yandex.ru

Аннотация. Обоснована необходимость и, на основе анализа параметров светового режима в семи световых зонах РФ, спектров поглощения пигментами растений (хлорофиллами, каротиноидами и другими) и элементной базы технических средств (светодиодов, программируемых регуляторов, реле), предложено устройство природоподобного облучения растений для шкафа «БИОТРОН». Устройство обеспечивает моделирование параметров облучения для любой световой зоны РФ в соответствии с их суточным изменением в данной зоне и фазами развития растений.

Ключевые слова: растения, установки искусственного климата, солнечное облучение, световые зоны, природоподобное облучение растений, светодиоды, многоканальное программируемое реле

Постановка проблемы. Общеизвестно, что фенотип – это совокупность всех признаков растения, включая физические, биологические, морфологические и поведенческие особенности. Техника получения и анализа информации о фенотипах получила название фенотипирование. Фенотипирование растений, как правило, оценивает и выявляет генетические вариации растений, которые, в конечном счете, используются в целях селекции сельскохозяйственных культур [1]. Фенотипирование растений в естественной среде ограничено неуправляемостью климатических факторов и коротким вегетационным периодом. Поэтому выращивание растений часто проводится в установках искусственного климата (УИК), начиная от лабораторных, предназначенных в основном для проведения научно-исследовательских и селекционных работ, и кончая фабриками растений, предназначенными для получения урожая. Важнейшим климатическим фактором является свет, так как формирование биомассы, её количество и качество обусловлены, прежде всего, фотосинтетической деятельностью за счёт поступления световой энергии Солнца интенсивностью 100-350 Вт/м² в области спектра 380–710 нм [2]. В разработанном в СибФТИ СФНЦА РАН в предыдущие годы шкафу искусственного климата БИОТРОН-8 применяются отдельные элементы создания природоподобного климата:

- возможность изменения температуры, влажности, интенсивности излучения в течение суток в соответствии с естественными;
- освещение растений осуществляется со всех сторон, что повышает равномерность облучения как верхних, так и нижних листьев.

Однако недостатком является то, что естественные условия освещения растений моделируются не в полной мере, а именно:

- применяемые белые светодиоды широкого спектра имеют низкую интенсивность излучения (около 20%) в красной области спектра (660 нм) по отношению к синей (440 нм);
- не регулируется соотношение красного и синего света.

Необходимость природоподобного воспроизведения параметров освещения в УИК подтверждается следующими фактами. Исследования по выращиванию яровой пшеницы при постоянной интенсивности фотосинтетически активной радиации (ФАР, 380–710 нм) в течение 18-часового фотопериода и при изменении интенсивности ФАР по кривой схожей с ходом радиации в естественных условиях показали, что более быстрое развитие, большее накопление биомассы растениями, включая массу зёрен в колосе, имело место во втором варианте, при этом длина фотопериода и суточная доза ФАР во всех вариантах была одинаковой. Максимальная интенсивность ФАР составляла примерно 300 Вт/м², минимальная – 30 Вт/м² [3]. Таким образом, именно последовательность низких и высоких интенсивностей влияла на особенности продукционного процесса. Следовательно, утренние и вечерние сумерки, в течение которых совершается переход от ночи ко дню и от дня к ночи, являются важным для растения интервалом времени, в течение которого растения получают радиацию с низкой интенсивностью, достаточной тем не менее для физиологически активной её роли. Известно также, что растения обладают генетической памятью [4], т.е. способностью растений, перенесённых в иную среду обитания, сохранять из поколения в поколение отдельные характеристики ежегодных циклов развития своих предков на родине их первоначального произрастания, и если воссоздать климатические условия генетической родины растения, то можно повысить продуктивность культуры. Так, в Удмуртии посадочный материал земляники садовой выращивается в специализированных меристемных лабораториях при облучении с возможностью изменения спектрального состава для того, чтобы воссоздать условия восхода и заката Солнца, идентичные исторической родине земляники, которой является Китай [5]. Известно также, что в разных фазах развития растений (роста, размножения, цветения, плодоношения) требуется различная интенсивность облучения и различное спектральное соотношение фотонного потока в пределах ФАР [6].

Таким образом, основными параметрами облучения, которые необходимо регулировать для обеспечения их природоподобного воспроизведения, являются интенсивность, продолжительность и спектр облучения.

Цель работы. На основе анализа параметров светового режима в семи световых зонах РФ, спектров поглощения пигментами растений (хлорофиллами, каротиноидами и др.) и элементной базы технических средств (светодиодов, программируемых регуляторов, реле) разработать и изготовить устройство природоподобного облучения растений для шкафа «БИОТРОН».

Материалы и методы. Территория России условно разделена по возрастающей сумме ФАР на семь световых зон [7]. Для моделирования светового режима световых зон использовалась информация о времени восхода, заката, полдня, фотопериода и географической широте для городов данной световой зоны на дату максимальной солнечной инсоляции 22 июня [8]. Затем для городов данной световой зоны находили среднемесячную июньскую солнечную инсоляцию в МДж/м² с учётом частоты и силы облачности [9] и далее с учётом длительности светового дня в Вт/м² и мкмоль/м²·с. Для оценки облучённости в диапазоне ФАР учитывали, что её доля в спектре солнечной радиации составляет ≈ 50 % [7]. Для получения параметров облучения, необходимых для выращивания сельскохозяйственных культур, пользовались рекомендациями, приведёнными в [3,7].

Световую энергию для растений в УИК в последнее время получают в основном от светодиодов (СД). Для разработанного устройства выбраны белые СД широкого спектра с пиком в синей области излучения (440 нм) с цветовой температурой 4000 К и монохромные красные (660 нм). Такой выбор обеспечивает наличие всех длин волн в диапазоне ФАР, а недостаток «красного» в спектре белых СД компенсируется добавлением монохромных красных СД. Расчёт необходимой мощности светодиодов (СД) выполнялся методом сравнения. Для этого использовались данные измерений освещённости в рабочей камере ранее разработанных шкафов искусственного климата «БИОТРОН-8» № 50, № 51, данные

мощности используемых СД-светильников и полученные данные необходимой облучённости для моделирования светового режима световых зон и выращивания сельскохозяйственных культур.

Облучённость в диапазоне ФАР, создаваемую разработанным устройством в рабочей камере шкафа «БИОТРОН», измеряли спектрорадиометром «ТКА - Спектр» (Россия).

Результаты и обсуждение. Данные облучённости по световым зонам в июне при постоянной интенсивности в течение фотопериода (светового дня) приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Облучённость по световым зонам в июне при постоянной интенсивности
в течение фотопериода (светового дня)**

Зона	Фотопериод 22.06.2025 (ср. знач.), час	Облучённость в диапазоне ФАР	
		Вт/м ²	мкмоль/м ² ·с
1	19,5	137-142	630-653
2	17,5	158-168	727-773
3	17	163-176	750-810
4	16,5	157-201	722-925
5	15,5	191-203	879-934
6	15,5	214-220	984-1012
7	15,5	140-215	644-990

Данные необходимой облучённости для выращивания сельскохозяйственных культур приведены в табл. 2.

Таблица 2

Рекомендуемые дозы облучения растений

Разновидность растений	Облучённость в диапазоне ФАР	
	Вт/м ²	мкмоль/м ² ·с
Микроклональное размножение растений	10–20	50–100
Микрозелень, зелёные культуры, рассада	20–40	100–200
Ягодные культуры	40–80	200–400
Овощные культуры (томат, огурец, перец)	80–120	400–600
Пшеница	180–200	900–1000

Данные необходимой мощности светильников и СД-лент при их общем количестве 56 шт. (по 8 шт. в семи светильниках) для моделирования облучённости в световых зонах и для выращивания сельскохозяйственных культур приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

**Необходимая мощность светильников и СД-лент для моделирования
облучённости в световых зонах**

Зона	Необходимая облучённость, Вт/м ²	Суммарная мощность светильников, Вт	Мощность СД-ленты, Вт
1	до 140	353	6,3
2	до 170	428	7,6
3	до 180	454	8,1
4	до 200	504	9,0
5	до 205	517	9,2
6	до 220	554	9,9
7	до 220	554	9,9

Таблица 4

**Необходимая мощность светильников и СД-лент для выращивания
сельскохозяйственных культур**

Разновидность растений	Необходимая облучённость, Вт/м ²	Суммарная мощность светильников, Вт	Мощность СД-ленты, Вт
Микрозелень, зелёные культуры, рассада	до 40	100	1,8
Ягодные культуры	до 80	200	3,6
Овощные культуры (томат, огурец, перец)	до 120	302	5,4
Пшеница	до 200	504	9,0

Устройство природоподобного облучения растений для шкафа «БИОТРОН» реализует запатентованный СибФТИ СФНЦА РАН способ [10] и разработано на базе готовых модулей компании ОВЕН (Москва) методом инжиниринга. Основными блоками являются сенсорная панель СП 307Б, программируемое реле ПР 200 и модуль расширения ПМ 220. Устройство обеспечивает раздельное «включение-выключение» по программе 14 групп СД-лент (7 красных и 7 белых) в любой комбинации в выбранных любых интервалах в течение суток. Таким образом, достигается природоподобное моделирование параметров облучения для любой семи световых зон и сельскохозяйственных культур, приведенных в табл. 3 и 4, в соответствии с их суточным изменением в данной зоне. Кроме того, расположение светильников с задней и боковых сторон и сверху, а также наличие светоотражающей зеркальной плёнки на внутренней стороне двери, обеспечивают имитирование сторон света (юга, востока, запада и севера) и, соответственно, позволяют моделировать световые режимы: утренние и вечерние сумерки, восход, закат, утро, вечер, день. Для исследования характеристик облучения приобретён спектрорадиометр «ТКА - Спектр» (Россия), который вместе со шкафом БИОТРОН войдут в платформу фенотипирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ СибФТИ СФНЦА РАН по тематическому плану на 2026 год.

Список литературы

1. Демидчик В.В., Шашко А.Ю. и др. Феномика растений: фундаментальные основы, программно-аппаратные платформы и методы машинного обучения // Физиология растений. – 2020. – Т. 67. – № 3. – С. 227–245.
2. Шульгин И.А. и др. Солнечная радиация в оценках максимальной урожайности яровых культур // Биосфера. – 2015. – Т. 7. – № 4. – С. 371–383.
3. Шульгин И.А. и др. Информационно-регуляторная роль солнечной радиации в периоды сумерек в развитии и продуктивности яровых зерновых культур // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2016. – № 362. – С. 193–213.
4. Большин Р.Г. Повышение эффективности светодиодных (LED) фитоустановок в защищенном грунте: дис. ... канд. техн. наук. – М.: ВИЭСХ, 2016. – 138 с.
5. Кондратьева Н.П. Обоснование параметров светокультуры меристемный растений // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ФГБОУ ВО «Чувашская ГСХА», 2016. – С. 425–431.
6. Светодиодная продукция для освещения растений // Современная светотехника. – 2019. – № 1. – С. 32–41.
7. Искусственное освещение растений в культивационных сооружениях защищённого грунта. – Минск, 2022. – 27 с.
8. Калькулятор времени восхода, заката Солнца и долготы дня [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org>.

9. Таблицы инсоляции [Электронный ресурс]. – URL: <https://solbat.su/meteorology/insolation>.
10. Пат. № 2822662 A01G 9/26 Российская Федерация. Способ искусственного освещения растений / Минеев В.В., Альт В.В., Елкин О.В.; № 2023114402; заявл. 31.05.23; опубл. 11.07.24, Бюл. № 20.

<https://doi.org/10.26898/2026-349>
УДК 621.43.00:681.518

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ БПЛА В НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ «МОНИТОРИНГ – АНАЛИЗ – ОБРАБОТКА»

Альт В.В.^{1, 2}, акад. РАН, д-р тех. наук, проф., рук. СибФТИ,
Нечаев А.И.¹, с.н.с.,
Солошенко А.А.¹, м.н.с.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия

Аннотация. Представлен алгоритм адаптивного управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) в непрерывном цикле наблюдения и ухода за сельскохозяйственным полем. Алгоритм реализует замкнутый цикл «мониторинг – анализ – обработка» на уровне динамических зон обработки, формируемых по данным NDVI, гиперспектральной съемки и агрономической информации. Описана структурная схема, включающая цифровое картографирование контуров, оптимизацию траекторий, учет препятствий, защитных зон и сети станций зарядки/заправки. Показано, что использование алгоритма сокращает временные и ресурсные затраты при возделывании зерновых культур.

Ключевые слова: сельскохозяйственные БПЛА, адаптивное управление, точное земледелие, сельскохозяйственное поле, динамические зоны обработки, NDVI, гиперспектральная съемка, цифровое картографирование, оптимизация траекторий полета, технологические операции

БПЛА за последние годы стали перспективным инструментом для получения геолокационных данных о состоянии посевов и почвы, и выполнения локализованных технологических операций [1, 2]. Однако в большинстве существующих решений БПЛА используются как разрозненный элемент – для мониторинга некоторых параметров почвы/культуры или внесения средств защиты растений – без целостной интеграции в замкнутый цикл управления возделыванием зерновых культур, включающий такие элементы, как дозированное внесение удобрений, обеспечение фитосанитарного состояния посевов в течение полевого сезона [3, 4]. При этом использование БПЛА позволяет на основе измерения NDVI, мульти- и гиперспектральной съемки, а также агрономической информации сформировать программным методом динамические зоны обработки (границы которых могут изменяться в процессе созревания культуры в течение времени) и выполнить обработку в этих зонах. На этом фоне актуальной становится задача разработки алгоритмов управления БПЛА, обеспечивающих адаптивное планирование полетов в изменяющихся условиях и многократный итеративный цикл «мониторинг – анализ – обработка» на уровне отдельных динамических зон обработки поля [5-8].

Организация полета БПЛА для выполнения технологической операции на поле, в т.ч. содержащее объекты-препятствия (колки, овраги и пр.) осуществляется в пределах заданной динамической зоны обработки (рис. 1), при этом зоны отличаются разными режимами обработки. Границы динамической зоны обработки имеют геопривязку GPS/GLONASS координатам с заданным разрешением.

В полетное задание интегрируются динамически изменяемые геолокации сети зарядных и заправочных станций, для которых рассчитываются оптимальные координаты и маршруты приближения к рабочим участкам. Это позволяет минимизировать непроизводительные перелеты и поддерживать устойчивый и адаптивный режим работы.

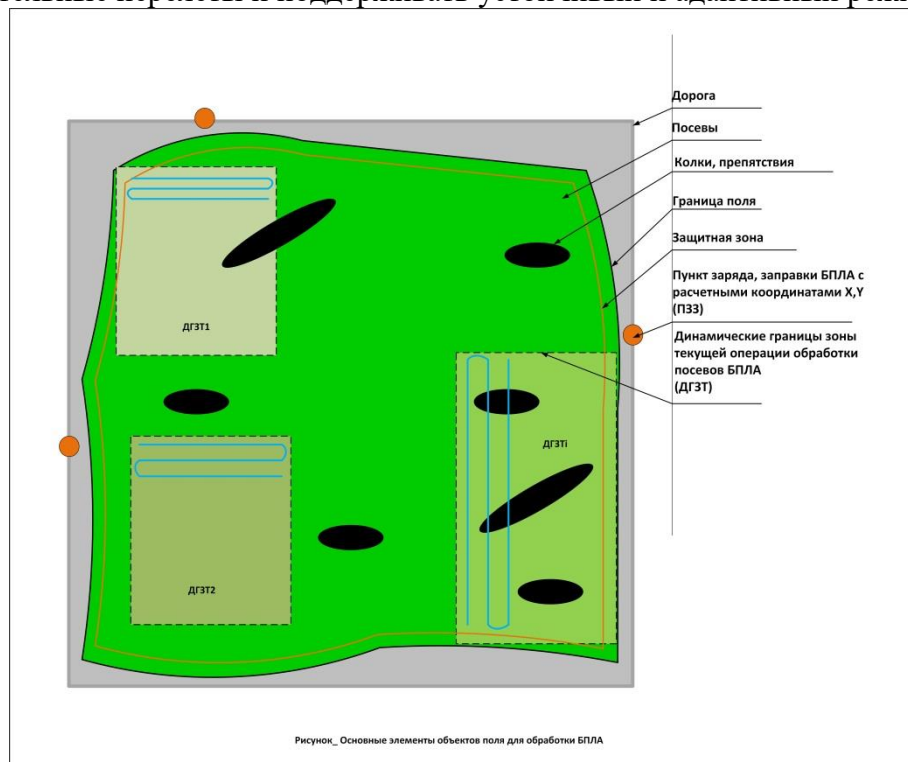


Рис. 1. Основные элементы объектов поля для обработки БПЛА

Структурная схема управления БПЛА для выполнения основных технологических операций при управлении возделыванием зерновых культур (рис. 2), в которой показан последовательный процесс формирования цифровой карты контуров полей и полетного задания, включая этапы подготовки, сбора данных, обработки и оптимизации. На первом этапе проводится мониторинг контуров и объектов поля с целью получения границ объектов поля с координатной точностью, позволяющей управлять БПЛА, при минимизации огрехов обработки, энергоресурсных и экологических параметров и исключения столкновения с объектами-препятствиями. При этом точные границы объектов поля можно получить в зависимости от оснащения хозяйства необходимой аппаратурой для аэрофотосъемки и картографирования, либо предварительного формирования границ с низкой степенью точности подготовка трассы полета БПЛА на поле в программе Google Планета Земля для картографирования и картографирование с БПЛА по полетному заданию ГУГЛ, измерение 3D геометрии объектов поля с привязкой GPS/GLONASS координатам с заданным разрешением, либо формирование контуров поля вручную или с помощью импорта вручную по карте, путем объезда с помощью мобильного приложения или с помощью импорта по кадастровому номеру с заданной точностью (3).

Полетное задание БПЛА (2) для мониторинга ландшафта поля вырабатывается в блоке формирования оптимальной трассы. Частота мониторинга контуров и объектов поля: при изменении ландшафта полей.

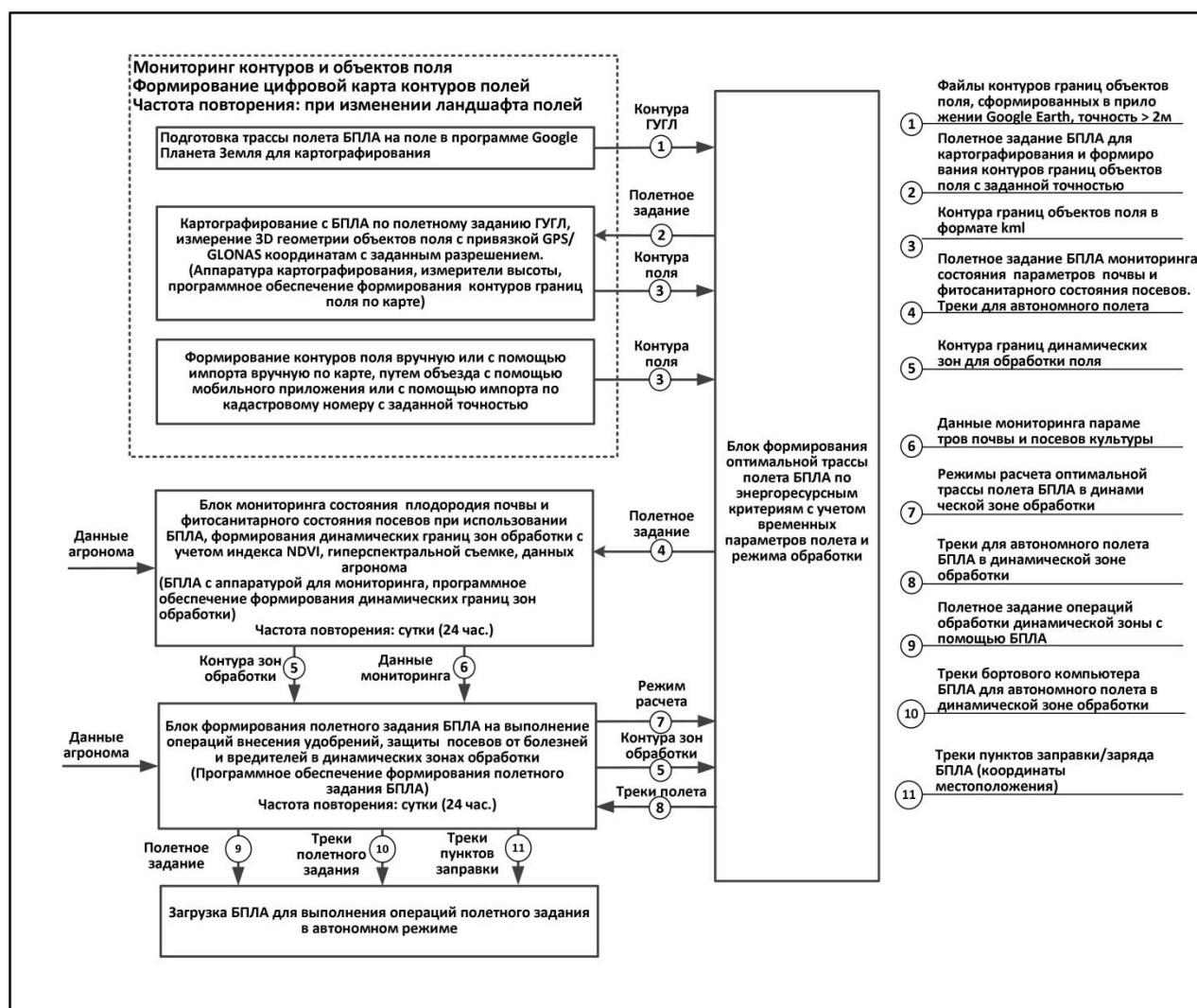


Рис. 2. Алгоритм управления БПЛА для выполнения основных технологических операций на поле

На основе собранных данных формируется полетное задание (4) для мониторинга состояния плодородия почвы и фитосанитарного состояния посевов с учетом вегетационных индексов, мульти- и гиперспектральной съемки [9], а также данных агронома с треками для автономного полета.

На основе этих данных формируются динамические границы зон обработки с периодом раз в 24 часа. Данные по контурам границ динамических зон для обработки поля (5) и данные мониторинга параметров почвы и посевов культуры (6) отправляются в блок формирования полетного задания БПЛА на выполнение операций внесения удобрений, защиты посевов от болезней и вредителей в динамических зонах обработки. В этом же блоке режимы расчета оптимальной трассы полета БПЛА в динамической зоне обработки (7) и контуры границ динамических зон для обработки поля (5), на основе которых блок формирования оптимальной трассы обратно транслирует треки полета БПЛА в динамических условиях (8), а также формируются треки для автономного полетного задания в динамической зоне обработки (10) и координаты станций заправки и зарядки (11), которые поступают на бортовой компьютер БПЛА для выполнения технологических операций в автономном режиме.

Предложенный алгоритм адаптивного управления сельскохозяйственными БПЛА в непрерывном цикле «мониторинг – анализ – обработка» формирует динамические зоны обработки на основе оптических спектральных характеристик как почвы так и возделываемой культуры, формирует полетные задания БПЛА для выполнения

технологических операций обработки на поле: дозированное внесение удобрений, обеспечение фитосанитарного состояния посевов в течение полевого сезона, интегрирует системы станций зарядки и заправки. Внедрение предложенного алгоритма позволяет сократить временные затраты на планирование полетов, оптимизировать маршруты с учетом изменяющихся условий, минимизировать непроизводительные перелеты.

Список литературы

1. Каличкин В.К., Донченко А.С., Голохваст К.С. Формирование системы цифрового управления земледелием на основе мониторинга и длительных полевых опытов // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2025. – Т. 4. – № 2. – С. 58-68.
2. Ковалев Д.И., Астанакулов К.Д. Обзорный анализ БПЛА сельскохозяйственного назначения // Информатика. Экономика. Управление. – 2024. – Т. 3. – № 4. – С. 101-127.
3. Chen X., Zhang H., Wong C.U.I. Dynamic Monitoring and Precision Fertilization Decision System for Agricultural Soil Nutrients Using UAV Remote Sensing and GIS // Agriculture. – 2025. – Vol. 15. No. 15. – P. 1627.
4. Sharma H., Sidhu H., Bhowmik A. Remote Sensing Using Unmanned Aerial Vehicles for Water Stress Detection: A Review Focusing on Specialty Crops // Drones. – 2025. – Vol. 9. – No. 4. – P. 241.
5. Peña P.F., Isaac M.S.A., Gifu D., Pechlivani E.M., Ragab A.R. Unmanned Aerial Vehicle-Based Hyperspectral Imaging and Soil Texture Mapping with Robust AI Algorithms // Drones. – 2025. – Vol. 9. – No. 2. – P. 129.
6. Agrawal J., Arafat M.Y. Transforming Farming: A Review of AI-Powered UAV Technologies in Precision Agriculture // Drones. – 2024. – Vol. 8. – No. 11. – P. 664.
7. Родионов А.С., Маткурбанов Т.А. Планирование траектории полета БПЛА при мониторинге большой области // Информатика и автоматизация. – 2025. – Т. 24. – № 3. – С. 791-827.
8. Plessen M. Predictive Spray Switching for an Efficient Path Planning Pattern for Area Coverage // AgriEngineering. – 2025. – Vol. 7. – No. 7. – P. 235.
9. Агринский М.В., Голицин А.В., Старцев В.В. Проект комплекса гиперспектрального дистанционного зондирования земель с помощью БПЛА. Ч. 1 // Фотоника. – 2019. – Т. 13. – № 2. – С. 184-201.

<https://doi.org/10.26898/2026-350>
УДК 621.43.00:681.518

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ БПЛА В СИСТЕМУ МАШИН ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Альт В.В.^{1,2}, акад. РАН, д-р техн. наук, проф., рук. СибФТИ,
Солошенко А.А.¹, м.н.с.,
Савченко О.Ф.¹, канд. техн. наук, в.н.с.,
Исакова С.П.¹, с.н.с.,
Елкин О.В.¹, канд. техн. наук, в.н.с.**

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия

Аннотация. Рассмотрена классификация беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в системе точного земледелия с акцентом на разделение на два функциональных

типа: для мониторинга посевов и для ухода за посевами. Предложена информационная рекомендательная модель ухода за растениями и оперативного мониторинга посевов. Учтены ограничения традиционных принципов системной механизации, адаптированных для наземной техники, и предложена обновленная схема интеграции БПЛА, ориентированная на цифровые технологии. Результаты показывают, что такая классификация позволяет оптимизировать применение БПЛА, снизить затраты ресурсов и повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: сельскохозяйственные БПЛА, точное земледелие, мониторинг посевов, уход за посевами, классификация БПЛА, цифровая трансформация

Введение. Согласно Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы [1], внедрение инновационных решений, включая БПЛА, способствует устойчивости и технологической независимости АПК [2]. БПЛА позволяют автоматизировать мониторинг состояния посевов, прогнозирование урожайности и дифференцированное внесение средств защиты растений, минимизируя затраты и экологический ущерб.

Однако традиционные подходы к интеграции техники в систему сельскохозяйственных машин, основанные на принципах системной механизации (разработанных в ВИМ), имеют ограничения при применении к БПЛА. Эти принципы, такие как зональный подход (адаптация к почвенно-климатическим условиям) и гармонизация параметров, изначально ориентированы на наземную технику, например тракторы, где учитываются факторы вроде рельефа и тяговых характеристик. Для БПЛА, работающих в воздушном пространстве, такие принципы менее актуальны: они не зависят от почвенного уплотнения или зональных ограничений в такой же степени, но требуют внимания к цифровой интеграции, автономности и обработке данных в реальном времени.

Примеры успешного применения: картографирование полей с использованием GNSS [3] и обработка 52 млн га сельскохозяйственных угодий дронами XAG, что сократило выбросы CO₂ на 760 тыс. т и потребление воды на 15,39 млн т [4]. В России в 2023 году по оценкам экспертов с помощью дронов для ухода за растениями в сельском хозяйстве страны было обработано не менее 500 тыс. га полей [5]. В хозяйстве «Соколово» Новосибирской области в 2024 году дроны обработали 3 тыс. га, сократив сроки сева на 10 дней [6].

Таким образом, анализ тенденций показывает, что использование БПЛА в агропромышленном комплексе имеет устойчивый положительный вектор развития, что подтверждает актуальность исследований и обосновывает необходимость интеграции БПЛА в систему машин.

Цель исследования – на основе функциональной классификации БПЛА на два типа (для мониторинга посевов и для ухода за посевами) предложить информационную модель их интеграции в систему сельскохозяйственных машин.

Материалы и методы. Исследование основано на системном анализе литературы по применению БПЛА в сельском хозяйстве. Проанализированы данные из редакций «Систем машин» (1957–2012 гг.) [7], но с учетом их ограниченной применимости к БПЛА. Для классификации использованы критерии функционального назначения: мониторинг (сбор данных о состоянии посевов) и уход (оперативные меры, такие как опрыскивание).

Объектом исследования является процесс интеграции БПЛА в систему машин. Методологический инструментарий включает системный подход и информационно-аналитические методы, адаптированные к специфике применения БПЛА в агропромышленном комплексе.

Результаты. При разработке методологического подхода предложена классификация БПЛА на два типа с использованием информационной модели интеграции информационных технологий для оперативного мониторинга и поддержки принятия решений на основе данных с БПЛА.

На основе анализа предлагается разделение БПЛА на два функциональных типа (рис. 1) [8].

1. БПЛА для мониторинга посевов. Эти аппараты оснащены RGB, мультиспектральными и тепловизионными камерами для сбора данных о состоянии растений. Они рассчитывают индексы (NDVI), выявляют зоны пониженной вегетации и прогнозируют урожайность. Преимущества: высокая маневренность (мультироторы для сложного рельефа), охват больших площадей (самолетные типы для степных зон). В отличие от зонального подхода для тракторов, здесь акцент на цифровой обработке данных, независимо от почвенных условий.

2. БПЛА для ухода за посевами. Эти дроны предназначены для дифференцированного внесения удобрений, пестицидов и полива. Они используют GPS/GNSS для точного позиционирования и минимизации дрейфа веществ. Преимущества: снижение расхода химикатов на 30%, экологичность. Ограничения традиционных принципов: мультипликативность (смена органов) менее распространена для данного типа БПЛА, чем модульность программного обеспечения.

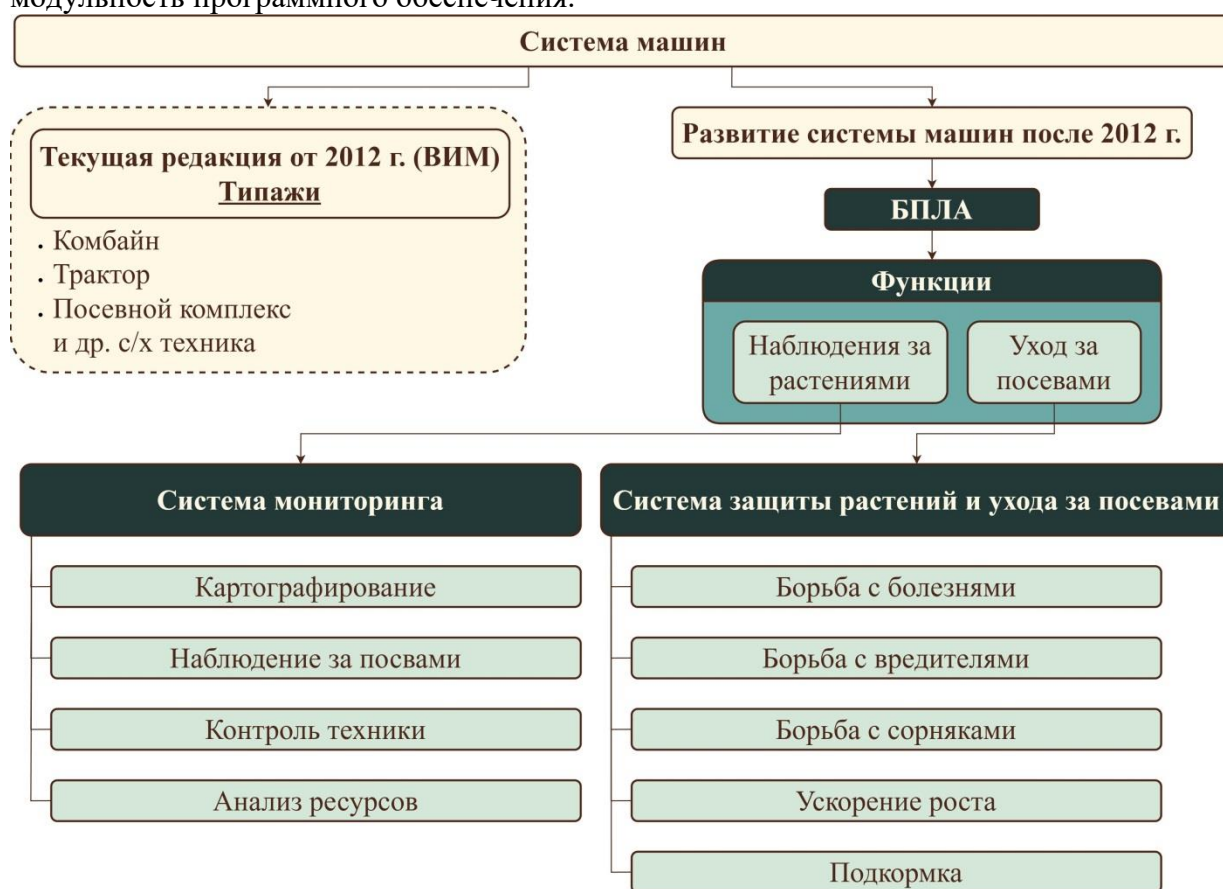


Рис. 1. Схема интеграции БПЛА в Систему сельскохозяйственных машин

Такая классификация позволяет избежать неэффективного применения принципов механизации, ориентированных на наземную технику. Например, зональный подход не учитывает воздушную мобильность БПЛА, где ключевыми становятся факторы вроде автономности и интеграции с 5G/GNSS.

Информационная модель интеграции. Разработана схема информационной модели (рис. 2), включающая блоки:

- получения данных (БПЛА, спутники, датчики);
- предварительной обработки (валидация, извлечение признаков);
- вычислительного модуля (машинное обучение, экспертные системы);
- результаты (карты предписаний, прогнозы).

Модель включает в себя два типа БПЛА: мониторинговые дроны получают данные для анализа, а БПЛА, предназначенные для ухода за посевами, направляются на поля для выполнения рекомендаций по защите растений. Такой подход предусматривает точечное и оперативное воздействие на участки, снижая потери урожая и затраты [9].

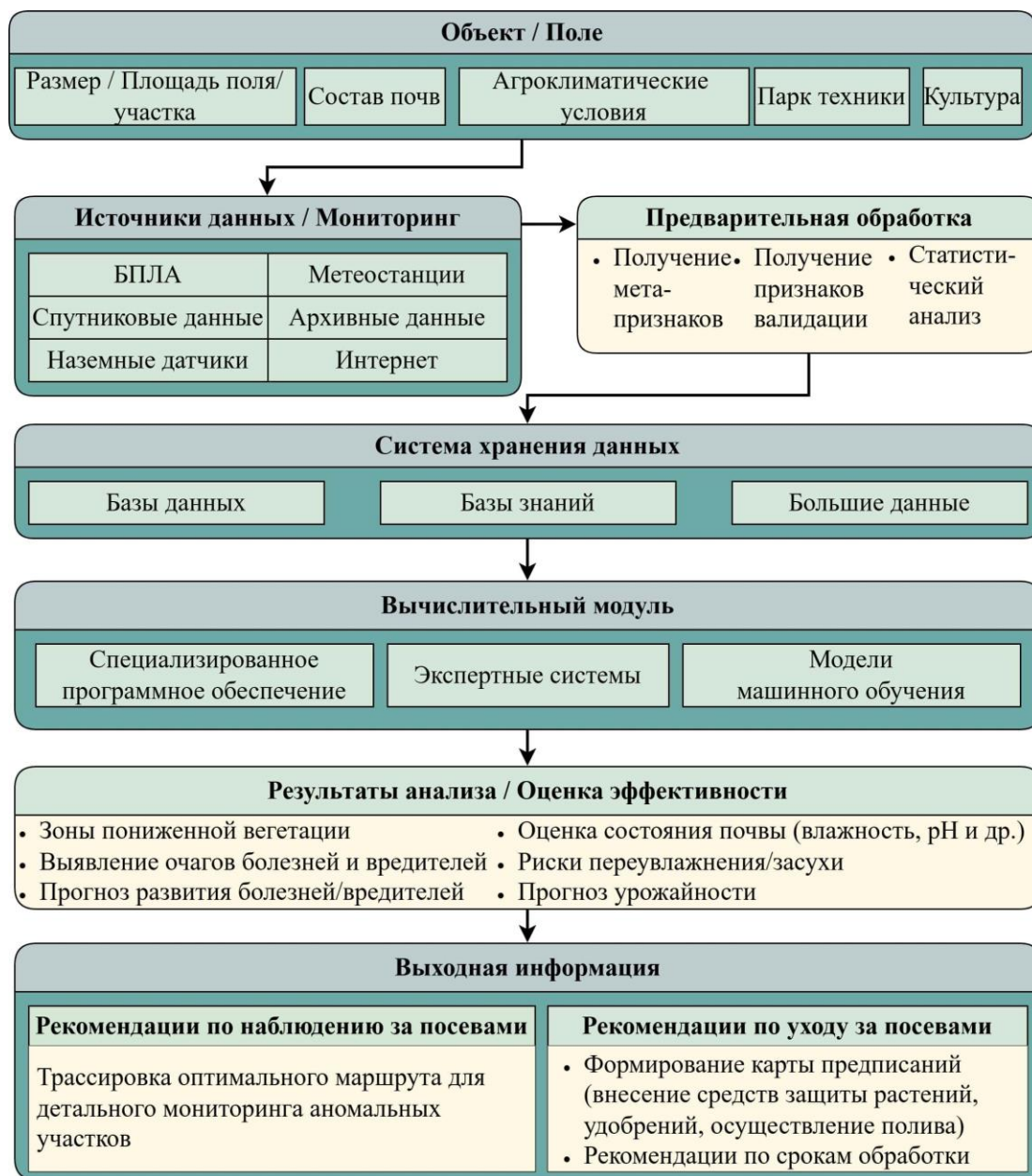


Рис. 2. Схема информационной модели оперативного мониторинга и поддержки принятия решений на основе данных с БПЛА

Выводы. Предложенная классификация БПЛА на типы для мониторинга и ухода за посевами позволяет оптимизировать их интеграцию в точное земледелие, преодолевая ограничения традиционных принципов механизации за счет более эффективной цифровизации на основе информационного моделирования. Информационная модель обеспечивает оперативный анализ и принятие решений, снижая затраты и повышая урожайность. Реализация данного подхода требует разработки и внедрения стандартов, обеспечивающих совместимость различных систем и платформ, а также развития

инфраструктуры, включая передовые технологии беспроводной связи пятого поколения (5G) и глобальные навигационные спутниковые системы (ГЛОНАСС/GPS). Эти меры позволят создать устойчивую и высокопроизводительную платформу для автоматизированного управления агротехнологическими процессами, что является ключевым фактором в контексте устойчивого развития сельского хозяйства.

Список литературы

1. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996: постановление Правительства Российской Федерации от 27 марта 2025 г. № 395 [Электронный ресурс] // Government.ru: сайт. – URL: <http://government.ru/docs/54625/>.
2. Коротченя В.М., Ценч Ю.С., Лобачевский Я.П. Система машин как фактор научно-технического прогресса // Российская сельскохозяйственная наука. – 2024. – № 4. – С. 67-72.
3. Franzen D.W. Yield mapping and use of yield map data // NDSU Extension, North Dakota State University, Fargo, North Dakota. – 2023. – SF1176-3.
4. XAG Corporate Social Responsibility Report 2020 [Электронный ресурс] // XAG.cn: сайт. – URL: <https://static.xag.cn/img/about/csr/xa-csr-en.pdf>.
5. Казаков А.В., Чупин А.И., Соколов Н.С. Перспективные технологии использования дронов в сельхозпредприятиях Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – Т. 1. – № 45. – С. 109-112.
6. Степанов А.А. Защита с воздуха // Председатель. – 2024. – Т. 10. – № 145. – С. 26-29.
7. Коротченя В.М., Ценч Ю.С., Лобачевский Я.П. Разработка типажей сельскохозяйственных технологий для системы машин // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62. – № 4. – С. 136-148.
8. Альт В.В., Ценч Ю.С., Савченко О.Ф., Солошенко А.А. Методологические основы интеграции беспилотных летательных аппаратов в систему сельскохозяйственных машин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2025. – № 4. – С. 59-67.
9. Альт В.В., Савченко О.Ф., Елкин О.В., Солошенко А.А., Исакова С.П. Применение БПЛА для мониторинга и ухода за посевами зерновых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2025. – Т. 19. – № 4. – С. 49–56.

<https://doi.org/10.26898/2026-351>
УДК 026:001.3:63(571.1/.5)

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРСКОЙ НАУЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ РЕГИОНА

**Гарке Т.М., директор,
Кретьева Е.А., м.н.с.,**

Мельникова Т.Н., канд. пед. наук, н.с.

Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека –
филиал Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН,
Новосибирск, Россия
e-mail agrolibso@mail.ru

Аннотация. В статье дана оценка информационного потенциала отраслевой научной библиотеки и обозначены пути его сохранения и развития в условиях информационного

общества. Особое внимание уделено необходимости поддержки деятельности библиотеки со стороны государства и научного сообщества.

Ключевые слова: СибНСХБ, информационный потенциал, отраслевая научная библиотека, информационное сопровождение научных исследований, аграрная наука Сибири, научные организации сельскохозяйственного профиля, информационное общество, информационное пространство, развитие научно-технических библиотек

Государственная политика Российской Федерации в области информации, направленная на создание условий для устойчивого функционирования и эффективности развития информационного пространства страны [1] в 2024 году была усилена и дополнена поручением Президента России в послании Федеральному Собранию уделить особое внимание развитию научно-технических библиотек, подчеркнув их важность для инновационного роста [2].

В настоящее время Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека – филиал ГПНТБ СО РАН (далее СибНСХБ) является важнейшим социальным институтом в системе научных коммуникаций аграрной науки региона, обеспечивающим открытый и бесплатный доступ к информации, необходимой для решения государственных задач в сфере обеспечения продовольственной и технологической независимости Российской Федерации, осуществляющим взаимодействие науки и общества, а также популяризацию научных достижений.

СибНСХБ, созданная в 1971 году по инициативе первого председателя Сибирского отделения Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук (СО ВАСХНИЛ), академика Ираклия Ивановича Синягина, с самого начала была задумана им как неотъемлемая часть единого научного комплекса, объединившего в процессе своего развития более 30 научных организаций сельскохозяйственного профиля на территории Сибири и Дальнего Востока, 10 из которых вместе с библиотекой находились в научном городке (п. Краснообск Новосибирской области).

В процессе своего развития библиотека наращивала свои информационные мощности, расширяла свои функции и трансформировалась в крупный отраслевой информационный центр региона. Приоритетными направлениями деятельности всегда являлись: информационное сопровождение научных исследований по всем вопросам АПК, библиотечно-библиографическое обслуживание сферы науки и образования, формирование собственных информационных ресурсов библиотеки и обеспечение доступа к удаленным ресурсам, сохранение и пропаганда научного и культурного наследия России, в том числе уникальных документных коллекций по истории развития сельскохозяйственной науки Сибири, предоставление консультационной помощи библиотекам и информационным подразделениям НИУ региона.

Реформа государственных академий, начавшаяся в 2013 году, кардинально изменила ландшафт аграрной науки Сибири, явилась началом серьезной ломки организационно-функционального механизма системы научных учреждений, коснувшейся в том числе и Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки (СибНСХБ). Процесс реорганизации СибНСХБ начался в 2015 году и происходил на фоне включения Российской академии сельскохозяйственных наук в состав Российской академии наук. В 2016 году было принято решение о присоединении СибНСХБ к ГПНТБ СО РАН в качестве филиала и создании объединённого учреждения [3]. Объединение публичной и отраслевой библиотеки такого масштаба, вероятно, является единственным в своем роде случаем в истории библиотечного дела. К сожалению, это объединение на государственном уровне не было до конца продуманным и подготовленным. Юридически оно разрушало налаженную модель взаимодействия между СибНСХБ и научными организациями, существовавшую в рамках СО Россельхозакадемии (например, рухнула система обязательного ведомственного экземпляра, система договоров на библиотечно-библиографическое обслуживание, на подписку

периодики и т.д.). Кроме того, включение отраслевой научной библиотеки, имеющей свои приоритеты деятельности, отраслевую специфику, собственную отработанную технологию, в том числе автоматизированную, в состав крупной публичной библиотеки повлекло за собой ряд серьезных трудностей, потере части кадрового состава, сокращению финансирования, в том числе на библиотечную деятельность и содержание здания. Со стороны СибНСХБ потребовались большие усилия для сохранения своей аутентичности [4], целевой аудитории, поддержания своего места и роли в информационном пространстве аграрной науки Сибири, продолжения научно-исследовательской работы.

Развитие информационного общества, цифровизация всех сфер деятельности и повсеместное внедрение искусственного интеллекта делают необходимым переход информационных технологий на новую ступень. В этих условиях информационный потенциал СибНСХБ, рассматриваемый как совокупность средств, методов и условий, позволяющих эффективно использовать информационные ресурсы для развития аграрной науки региона, требует серьезного переосмысления и оценки. С этой целью СибНСХБ в течение нескольких лет ведет научное исследование, предметом которого является изучение состояния информационного обеспечения научных организаций региона.

В сфере интересов СибНСХБ находятся научные организации, ранее входившие в состав Сибирского отделения Россельхозакадемии, а также научные организации сельскохозяйственного профиля Урала, Дальнего Востока и Арктики, которые библиотека включила в свои исследовательские проекты, в связи с назначением в 2022 году руководителя СФНЦА РАН куратором проектов по региональным исследованиям аграрной тематики в рамках деятельности секции при координационном совете Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021–2030 гг.).

Следует отметить, что изучение реального состояния целевой аудитории на современном этапе, разработка оптимальных долгосрочных целей развития СибНСХБ как отраслевой библиотеки в условиях продолжающейся научной реформы и изменения государственных приоритетов в аграрной сфере осуществляется научной группой библиотеки в рамках научно-исследовательской работы по проекту ГПНТБ СО РАН «Научная библиотека региона в условиях меняющейся научно-образовательной среды». Название и содержание этого проекта отражает суть положения, в котором находится СибНСХБ, являясь объектом постоянной трансформации, так же, как и аграрная наука региона, с которой она неразрывно связана.

В ходе исследования СибНСХБ анализирует научную тематику организаций сельскохозяйственного профиля региона, а также проводит мониторинг состояния их информационных подразделений/библиотек, с целью поиска новых форм взаимодействия с целевой аудиторией и укрепления роли СибНСХБ, как неотъемлемой части единого информационного пространства, в котором формируются и распространяются научные знания. Полученные данные включаются в электронный справочник, созданный на базе «Авторитетного файла наименований организаций» (АФ) в специально разработанном технологическом модуле системы автоматизации библиотек ИРБИС64. В нем отражена информация об основных направлениях деятельности организации, научных темах, общем количестве сотрудников, в том числе академиков, членов-корреспондентов, докторов наук, кандидатов наук, аспирантов, а также о наличии библиотеки или информационного подразделения в организации и ее основные показатели работы.

По результатам изучения состояния информационных подразделений 30 научных организаций подготовлен реестр научных сельскохозяйственных библиотек Урала, Сибири, Дальнего Востока и Арктики и выявлено, что только 20 имеют в своей структуре библиотеки или читальные залы, но качество их фондов (совокупный фонд 20 библиотек составил – 558 475 экз.) и обслуживания можно признать неудовлетворительным, так как книжные издания давно не приобретаются, в некоторых случаях по финансовым причинам отсутствует подписка на периодические издания и библиотеки не обеспечены

профессиональными кадрами. Из 20 библиотек только 5 представили информацию о наличии электронных каталогов. Таким образом, можно констатировать низкий уровень информационного обеспечения внутри научных организаций.

В этих условиях, ценность СибНСХБ, как регионального отраслевого информационного центра, неуклонно возрастает. Она обладает элитными информационными ресурсами, создает уникальные информационные продукты и предлагает информационные сервисы для широкого круга пользователей, но отсутствие у СибНСХБ статуса юридического лица ограничивает возможности сохранения и развития ее информационного потенциала. При подготовке к реорганизации СибНСХБ предлагала вышестоящим органам придать ей статус центра коллективного пользования, что наиболее полно и точно передает содержание и направленность ее деятельности. Огромный массив научных знаний, отражающий богатейший опыт аграрной науки Сибири и Дальнего Востока и хранящийся в СибНСХБ, может стать основой для создания цифрового ресурса, обеспечивающего быстрый поиск необходимой информации и ее эффективное использование в исследовательской работе.

Информационный потенциал общества обеспечивает его информационный суверенитет, а «вследствие его ослабления происходит неизбежное снижение экономического, научно-технического, военного и духовного потенциала, образующих совокупный потенциал государства. В нынешнем информационном обществе наиболее уязвимым местом стала информационная сфера, поэтому государство должно рассматривать ее в качестве приоритетного направления обеспечения национальной безопасности» [5].

В сложившейся обстановке СибНСХБ в рамках имеющихся возможностей предпринимает все усилия для сохранения и поддержания своего информационного потенциала, используя совокупность современных инструментов и подходов для сбора, хранения, обработки и анализа научной информации, с целью создания и продвижения актуальных информационных ресурсов и информационного обеспечения аграрной науки региона. Однако, выход на более высокий уровень развития станет возможен только при серьезной поддержке со стороны государства и научного сообщества.

Список литературы

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201705100002> (дата обращения: 06.02.2026).
2. Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию: утв. Президентом РФ 30.03.2024 № Пр-616 // Президент России: [сайт]. - URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/73759> (дата обращения: 06.02.2026).
3. Гарке Т.М., Кретьева Е.А., Мельникова Т.Н. Траектория развития отраслевой библиотеки в условиях реорганизации науки // Научные библиотеки в цифровом обществе: проблемы, перспективы, инновации, технологии: сб. докл. междунар. конф. – М., 2025. – С. 20-30.
4. Мельникова Т.Н., Гарке Т.М., Кретьева Е.А. Сохранение аутентичности отраслевой научной библиотеки в условиях реорганизации (на примере Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки) // Информационный бюллетень РБА. - 2017. - № 79. - С. 122-124.
5. Свиридов Ю.В. Информационный потенциал государства: сущность и содержание // Военная мысль. - 2023. - № 7. - С. 125-134

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИИ НИЖНЕЙ КУБАНИ

Гольдман Р.Б., канд. техн. наук, доцент,
Боть И.В., студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия
e-mail: ivan.bot.91@mail.ru

Аннотация. Берегоукрепление Нижней Кубани является критически важным направлением для защиты агропромышленного комплекса и населенных пунктов от эрозии и затопления. В статье рассмотрены ключевые проблемы, вызванные гидродинамическими процессами и антропогенным воздействием. Представлен анализ инновационных технических решений, включая использование геосинтетических материалов и биоинженерных методов, как основы для создания устойчивых и экономически эффективных защитных сооружений.

Ключевые слова: берегоукрепление, эрозия, геосинтетические материалы, биоинженерия, гидродинамика, АПК, технические системы

Река Кубань в нижнем течении характеризуется сложным гидрологическим режимом, который во многом определяется деятельностью Краснодарского водохранилища, регулирующего сток. Повышенные попуски воды в паводковый период, а также сезонные колебания уровня, усугубленные процессами абразии и боковой эрозии, ставят под угрозу значительные площади сельскохозяйственных угодий и жилые массивы [1], расположенные в пойме. Нижняя Кубань, являясь ключевым регионом для агропромышленного комплекса (АПК), требует систематического и технологически продвинутого подхода к берегозащите. Необходимость применения инновационных технических систем в данном регионе напрямую связана с общей целью повышения устойчивости и эффективности АПК.

Основной проблемой является неравномерность эрозионных процессов, которые проявляются особенно интенсивно на вогнутых участках русла, где наблюдаются максимальные скорости течения. Грунты берегов Нижней Кубани, представленные преимущественно легкими суглинками и супесями [2, 4], обладают низкой сопротивляемостью сдвигу и легко размываются, особенно при наличии фильтрационной неустойчивости, вызванной колебаниями уровня воды.

Традиционные решения, такие как укладка железобетонных плит или габионных конструкций, обеспечивают высокую механическую прочность, однако они обладают рядом недостатков: высокой стоимостью материалов и монтажа, сложностью ремонта и неспособностью адаптироваться к естественным осадкам и деформациям берегового склона. Кроме того, жесткие конструкции нарушают естественный обмен между рекой и пойменными экосистемами, что противоречит современным экологическим требованиям [3].

Одним из наиболее перспективных направлений является использование геосинтетических материалов, которые обеспечивают армирование слабого грунта, предотвращают суффозию и стабилизируют поверхность берега.

Применение объемных георешеток (геоячеек), заполненных местным грунтом, обеспечивает эффективную защиту от поверхностной эрозии, одновременно создавая благоприятные условия для закрепления растительного покрова. В сочетании с противозерозионными геоматами, такие системы формируют надежный биоинженерный барьер, который укрепляется корневой системой растений по мере их развития.

Использование живых растительных материалов, таких как ивовые fascines, плетни или ветки-отводки, позволяет создать самовосстанавливающиеся береговые конструкции. Корневая система ивы, обладающая высокой плотностью и способностью к быстрому развитию, действует как естественное армирование [5], стабилизируя верхний слой грунта. Сочетание биоинженерных приемов с неживыми материалами (например, геотекстилем для предотвращения вымывания) представляет собой пример комплексной инновационной технической системы.

Для повышения эффективности берегоукрепительных работ критически важны мониторинг и прогнозирование, что относится к направлению цифровизация АПК. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и спутниковых данных позволяет регулярно проводить высокоточное лазерное сканирование береговой линии. На основе этих данных создаются геоинформационные системы (ГИС), которые фиксируют динамику изменения берега, позволяют измерять объемы потерь грунта и выявлять участки с критической скоростью эрозии [6].

Интеграция данных ГИС с гидрологическими моделями Кубани позволяет прогнозировать потенциальные зоны размыва при различных сценариях паводков и пусков воды. Эти системы поддержки принятия решений дают возможность оперативно планировать ремонтные и укрепительные работы, направляя ресурсы на наиболее уязвимые точки, что существенно повышает экономическую эффективность проектов.

Инновационный подход к берегоукреплению Нижней Кубани требует обязательного перехода от жестких инженерных решений к гибким биоинженерным и композитным техническим системам. Внедрение геосинтетических материалов и растительных методов стабилизации, подкрепленные инструментами цифровизации и дистанционного мониторинга, обеспечивает не только механическую защиту, но и экологическую устойчивость пойменных земель. Реализация такого комплексного подхода является залогом сохранения земельных ресурсов и инфраструктуры, критически важных для развития регионального агробизнеса.

Список литературы

1. Гольдман Р.Б., Репта Д.А., Фролов Е.Е. Результаты коагуляционной обработки проб природных вод // Приднепровский научный вестник. – 2024. – Т. 11. – № 2. – С. 130-133.
2. Романова А.С., Руденко А.А., Бандурин М.А. Совершенствование мероприятий при реконструкции водопроводящих сооружений // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам VI Междунар. науч. эколог. конф., Краснодар, 22 дек. 2021 г. / отв. за вып. Н.Н. Мамась. – Краснодар, 2022. – С. 166-172.
3. Бандурин М.А., Волосухин В.А., Приходько И.А., Романова А.С. Совершенствование мероприятий улучшения гидрологического режима Кубанского водного бассейна на примере реки Пшиш // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 9-14. DOI 10.28983/asj.y2022i11pp9-14.
4. Малышева Н.Н., Хаджиди А.Е., Малышева А.И. Проблемы и перспективы развития водохозяйственно-мелиоративного комплекса в Краснодарском крае // Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках мероприятий «Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации», 300-летия Российской академии наук, Краснодар, 24–25 апр. 2024 г. – Краснодар, 2024. – С. 493-500. DOI 10.33775/conf-2024-493-500.
5. Бандурин М.А. Конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния Ташлинского дюкера на Право-Егорлыкском канале // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 3(21). – С. 18-23.
6. Бандурина И.П., Сальникова И.И., Бандурин М.А. Определение уровня влияния рисков на эффективность инвестиционных проектов в АПК // Вестник Южно-

Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2019. – № 6. – С. 19-26. DOI 10.17213/2075-2067-2019-6-19-26.
7. Романова А.С., Руденко А.А., Бандурин М.А. Рекомендации по обеспечению надежности дамб обвалования магистральных каналов и продлению их срока службы // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам VI Междунар. науч. эколог. конф., Краснодар, 22 дек. 2021 г. / отв. за вып. Н.Н. Мамась. – Краснодар, 2022. – С. 157-165.

<https://doi.org/10.26898/2026-353>
УДК 631.6

ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЗЕМЕЛЬ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ И ВЛИЯНИЕ НА АГРОСИСТЕМЫ

**Гольдман Р.Б., канд. техн. наук, доцент,
Кириченко В.В., студент**

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия
e-mail vikakiskis55@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается современная инженерно-мелиоративная техника, применяемая для регулирования водного режима сельскохозяйственных земель. Проведена классификация машин и оборудования в зависимости от типа мелиораций. Подробно анализируются принципы их работы, технологические возможности и агротехнические требования. Особое внимание уделено комплексному влиянию техногенных мелиоративных систем на состояние агросистем: продуктивность, плодородие почв, биоразнообразие и экологическую устойчивость. Обоснована необходимость перехода к адаптивно-ландшафтным, ресурсосберегающим мелиоративным технологиям.

Ключевые слова: мелиоративная техника, водный режим, орошение, осушение, агросистема, экология, точное земледелие, дренаж, дождевание, капельное орошение

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки на агроландшафты и климатической нестабильности регулирование водного режима земель становится критически важным фактором устойчивого производства сельскохозяйственной продукции [1]. Инженерная мелиорация, представляющая собой комплекс технических, организационных и агротехнических мероприятий, направлена на коренное улучшение земель посредством изменения их водного, воздушного, теплового и питательного режимов. Сердцевиной этого комплекса является специализированная инженерно-мелиоративная техника, от эффективности и экологичности которой напрямую зависят состояние и продуктивность агросистем. Цель данной статьи – систематизировать знания о современной мелиоративной технике и оценить её многоплановое воздействие на агроэкосистемы.

Техника для регулирования водного режима классифицируется по основному назначению: каналокопатели, планировщики, поливные агрегаты с механизированной подачей воды по бороздам или полосам. Характеризуются высокой энергоемкостью, неравномерностью распределения воды, риском эрозии и засоления [2].

Техника для дождевания:

- стационарные и полустационарные системы с разборными трубопроводами;
- дальнеструйные и фронтальные дождевальные машины;
- круговые дождевальные системы центрального привода и широкозахватные крыльевые машины. Современные образцы оснащены системами GPS-навигации и

автоматического управления, позволяющими реализовать дифференцированный полив с учетом неоднородности поля.

Автоматизированные насосные станции, узлы фильтрации и фертигации, системы трубопроводов с капельницами или эмиттерами. Обеспечивают подачу воды и питательных растворов непосредственно в корневую зону с высокой точностью, что минимизирует потери и непродуктивное испарение.

Траншекопатели, дренаукладчики, укладывающие перфорированные трубы на заданную глубину. Используются для отвода избыточной грунтовой воды. Каналокопатели и каналоочистители для создания и поддержания сети открытых канав. Регулирующий дренаж с затворами, позволяющий управлять уровнем грунтовых вод в зависимости от сезона и фазы развития культуры.

Техника для комбинированных мелиоративных систем. Комплексные системы, совмещающие функции подачи и отвода воды, часто на базе закрытого дренажа с возможностью подачи в него воды для подпитки в засушливые периоды.

Ликвидация лимитирующего фактора (недостатка или избытка влаги) позволяет полностью реализовать генетический потенциал культур, особенно в зонах рискованного земледелия.

Возможность выращивать более влаголюбивые, ценные и высокодоходные культуры.

Современные системы капельного орошения и дифференцированного дождевания совмещаются с фертигацией, что обеспечивает экономию воды (до 40-60%) и минеральных удобрений до 25-30%. Автоматизированные системы управления минимизируют необходимость ручного труда. При неправильном режиме орошения высок риск вторичного засоления и осолонцевания, подъема уровня грунтовых вод, развития водной эрозии.

Изъятие больших объемов воды из источников и сброс дренажных вод могут приводить к обмелению рек, изменению химического состава водных объектов. Упрощение ландшафта, унификация растительного покрова, разрушение естественных местообитаний. Производство и эксплуатация мощной мелиоративной техники связаны со значительными затратами энергии и выбросами парниковых газов.

Современный тренд – переход от экстенсивных мелиораций к точным, адаптивно-ландшафтным и «умным» технологиям. Использование данных дистанционного зондирования, почвенных и растительных сенсоров для картирования неоднородности поля и автоматического управления поливной техникой в режиме реального времени. Солнечные и ветровые установки для питания насосных станций, что снижает эксплуатационные затраты и экологическую нагрузку. Совершенствование оборудования для микродождевания, пульсирующего полива, использования очищенных сточных вод. Проектирование мелиоративных систем как элементов экологического каркаса, создание буферных зон, биоплата для очистки дренажного стока [3, 4].

Инженерно-мелиоративная техника является мощным инструментом преобразования агроландшафтов. Ее воздействие на агросистемы носит глубоко диалектический характер, сочетая значительный производственный потенциал с серьезными экологическими рисками. Ключом к минимизации негативных последствий и устойчивому развитию мелиорируемых территорий является отказ от универсальных, «жестких» схем в пользу гибких, адаптивных и высокоточных технологий, управляемых на основе комплексного мониторинга состояния почвы, растений и окружающей среды. Будущее мелиорации лежит в области конвергенции инженерных, агрономических и экологических знаний, где техника служит не для покорения природы, а для точной коррекции водного режима в гармонии с ландшафтом.

Список литературы

1. Гольдман Р.Б., Репта Д.А., Фролов Е.Е. Результаты коагуляционной обработки проб природных вод // Приднепровский научный вестник. – 2024. – Т. 11. - № 2. – С. 130-133.

2. Романова А.С., Руденко А.А., Бандурин М.А. Совершенствование мероприятий при реконструкции водопроводящих сооружений // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам VI Междунар. науч. эколог. конф., Краснодар, 22 дек. 2021 г. / отв. за вып. Н.Н. Мамась. – Краснодар, 2022. – С. 166-172.
3. Бандурин М.А., Волосухин В.А., Приходько И.А., Романова А.С. Совершенствование мероприятий улучшения гидрологического режима Кубанского водного бассейна на примере реки Пшиш // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 9-14. DOI 10.28983/asj.y2022i11pp9-14.
4. Малышева Н.Н., Хаджиди А.Е., Малышева А.И. Проблемы и перспективы развития водохозяйственно-мелиоративного комплекса в Краснодарском крае // Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках мероприятий «Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации», 300-летия Российской академии наук, Краснодар, 24–25 апр. 2024 г. – Краснодар, 2024. – С. 493-500. DOI 10.33775/conf-2024-493-500.

<https://doi.org/10.26898/2026-354>
УДК 632.4.01/.08:535.37

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ПРОРОСТКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ

Гурова Т.А., канд. с.-х. наук,
Чесноченко Н.Е.,
Ковалев К.А.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: guro-tamara@yandex.ru

Аннотация. Определение стрессоустойчивости растений считается важным и необходимым в селекционной практике. В статье представлены результаты установленной взаимосвязи морфометрических и флуоресцентных параметров 16-суточных проростков трех сортов яровой пшеницы при хлоридном засолении и инфицировании *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (*B. sorokiniana*). Параметры фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла (ФлХ) Y(II), ETR и qP связаны средней и высокой положительной корреляцией с параметрами роста и сухой и сырой биомассой $r \geq 0,78-0,98$ ($p < 0,01$). В тоже время между параметрами нефотохимического тушения ФлХ Y(NPQ) и qN, параметрами роста и сухой и сырой биомассой выявлена средняя и высокая отрицательная корреляция $r \geq 0,74-0,94$ ($p < 0,01$). Установленная высокая корреляционная зависимость между параметрами ФлХ и накоплением биомассы и длины ростков и проростков показывают возможность применения параметров ФлХ и их относительных изменений в качестве критериев стрессоустойчивости сортов пшеницы к хлоридному засолению и инфицированию *B. sorokiniana*.

Ключевые слова: пшеница, сорт, устойчивость, *Bipolaris sorokiniana* Shoem., хлоридное засоление, параметры флуоресценции хлорофилла, морфометрические параметры, корреляция

Для определения стрессоустойчивости сортов используются различные методы скрининга. В лабораторных условиях чаще оценивают стрессоустойчивость методом проростков по изменению морфометрических параметров – сырой и сухой биомассы и

длины проростков, развитию зародышевых корней, площади листьев, водному статусу листьев [1, 2]. Известны исследования, в которых установлена высокая и средняя степень корреляции между морфометрическими параметрами корня и биомассы проростков пшеницы, выращенных в лабораторных условиях и взрослых растений в полевых условиях, а также с урожайностью [3–5]. Определение стрессоустойчивости растений методом морфометрических параметров имеет ряд ограничений (нарушение целостности растений, трудоемкость). Поэтому важным является поиск биофизических параметров, коррелирующих с толерантностью, для создания быстрых и неинвазивных методов диагностики.

Цель наших исследований – установить взаимосвязь морфометрических и кинетических параметров флуоресценции хлорофилла (ФлХ) листьев проростков пшеницы для дальнейшей разработки неинвазивного биофизического метода оценки стрессоустойчивости сортов.

Для установления взаимосвязи регистрируемых биофизических параметров ФлХ была определена степень сопряженности относительных изменений (показателей устойчивости) морфометрических и кинетических параметров ФлХ 10-16 суточных проростков трех сортов яровой пшеницы при инфицировании *B. sorokiniana* и хлоридном засолении. По результатам исследований 2022-2025 гг. наибольшие межсортные различия по параметрам ФлХ и морфометрическим параметрам установлены у проростков 16-суточного возраста. Сорт Сибирская 21 показал большую устойчивость по сравнению с сортами Новосибирская 29 и Новосибирская 41 [6]. Несмотря на различия абсолютных значений измеряемых параметров, идентичность характера их изменений сохранялась в годовых циклах экспериментов. В табл. 1-3 представлены коэффициенты корреляции r между параметрами ФлХ и морфометрическими параметрами (длиной проростка, сырой и сухой биомассой) при действии стрессоров.

Установленные взаимосвязи относительных изменений регистрируемых параметров ФлХ и морфометрических показателей проростков $r \geq 0,74-0,99$ ($p < 0,01$), показывают среднюю и высокую степень сопряженности относительных изменений морфометрических (особенно накопления биомассы) и кинетических параметров ФлХ при действии хлоридного засоления и инфицировании *B. sorokiniana*. В целом параметры фотохимического тушения хлорофилла $Y(II)$, ETR и qP связаны средней и высокой положительной корреляцией с параметрами роста и накопления сухой и сырой биомассой $r \geq 0,78-0,98$ ($p < 0,01$). В то же время между параметрами нефотохимического тушения ФлХ $Y(NPQ)$ и qN , параметрами роста и сухой и сырой биомассы выявлена средняя и высокая отрицательная корреляция $r \geq 0,74-0,94$ ($p < 0,01$). Взаимосвязь параметров ФлХ с морфометрическими показателями, особенно с накоплением биомассы, можно объяснить происходящими процессами фотосинтеза, которые отражают эти показатели. Известно, что параметр $Y(II)$ отражает эффективность использования световой энергии растениями в фотохимических реакциях. Установлена линейная зависимость значений этого показателя со скоростью ассимиляции CO_2 , что определяет накопление биомассы [7]. Параметр qP , показывающий долю световой энергии, потребляемой «открытыми» РЦ ФС II и параметр ETR, показывающий скорости электронного транспорта в РЦ ФС II, связаны прямой положительной корреляционной зависимостью с $Y(II)$ $r \geq 0,97-0,99$ ($p < 0,01$), как параметры одного процесса – фотохимического тушения ФлХ. Такие результаты мы получили у проростков всех возрастов трех сортов пшеницы во всех вариантах опыта. У более устойчивого сорта Сибирская 21 относительные изменения параметров $Y(II)$, $Y(II)$, ETR и показателей роста и накопления биомассы наименьшие по сравнению с сортами Новосибирская 41 и Новосибирская 29.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции относительных изменений параметров флуоресценции хлорофилла и морфометрических параметров проростков трех сортов пшеницы при инфицировании *B. sorokiniana* (16-е сутки культивирования)

Параметры	Y(II)	ETR	Y(NO)	Y(NPQ)	qN	qP
<i>Длина</i>						
ростки	0,80*	0,78*	0,95**	-0,99**	-0,95**	0,87*
корни	0,95**	0,96**	0,79*	-0,69	-0,79*	0,86*
проросток	0,99**	0,99**	0,96**	-0,90**	-0,96**	0,98**
<i>Сырая биомасса</i>						
ростки	0,75*	0,73*	0,93**	-0,97**	-0,93**	0,87*
корни	0,92**	0,91**	0,95**	-0,97**	-0,96**	0,98**
проросток	0,84*	0,82*	0,97**	-0,98**	-0,95**	0,93**
<i>Сухая биомасса</i>						
ростки	0,94**	0,93**	0,99**	-0,98**	-0,98**	0,99**
корни	0,97**	0,97**	0,98**	-0,95**	-0,99**	0,98**
проросток	0,95**	0,94**	0,98**	-0,97**	-0,99**	0,98**

*p < 0,05; **p < 0,01.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции относительных изменений параметров флуоресценции хлорофилла и морфометрических параметров проростков трех сортов пшеницы при хлоридном засолении (16-е сутки культивирования)

Параметры	Y(II)	ETR	Y(NO)	Y(NPQ)	qN	qP
<i>Длина</i>						
ростки	0,89**	0,90**	0,95**	-0,98**	-0,95**	0,90**
корни	0,31	0,34	0,48	-0,60	-0,46	0,35
проросток	0,57	0,58	0,71*	-0,79*	-0,69*	0,59
<i>Сырая биомасса</i>						
ростки	0,85*	0,86*	0,93**	-0,97**	-0,92**	0,86*
корни	0,67	0,68	0,79*	-0,87**	-0,78*	0,69
проросток	0,78*	0,79*	0,88**	-0,93**	-0,86**	0,79*
<i>Сухая биомасса</i>						
ростки	0,81*	0,83*	0,90**	-0,96**	-0,90**	0,84*
корни	0,59	0,61	0,73*	-0,82*	-0,72*	0,62
проросток	0,78*	0,79*	0,88**	-0,93**	-0,87**	0,80*

*p < 0,05; **p < 0,01.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции относительных изменений параметров флуоресценции хлорофилла и морфометрических параметров проростков трех сортов пшеницы при хлоридном засолении и инфицировании *B. sorokiniana* (16-е сутки культивирования)

Параметры	Y(II)	ETR	Y(NO)	Y(NPQ)	qN	qP
<i>Длина</i>						
ростки	0,71*	0,73*	0,82*	-0,85**	-0,80*	0,70*
корни	0,38	0,40	0,54	-0,59	-0,50	0,37
проросток	0,55	0,58	0,69	-0,74*	-0,67	0,54
<i>Сырая биомасса</i>						
ростки	0,82*	0,83**	0,91**	-0,93**	-0,89**	0,81*
корни	0,81*	0,83**	0,90**	-0,93**	-0,89**	0,81*
проросток	0,82*	0,84**	0,91**	-0,93**	-0,89**	0,79*
<i>Сухая биомасса</i>						
ростки	0,83**	0,84**	0,91**	-0,94**	-0,90**	0,83**
корни	0,72*	0,74*	0,84**	-0,87**	-0,82*	0,72*
проросток	0,81*	0,83**	0,91**	-0,93**	-0,88**	0,81*

*p < 0,05; **p < 0,01.

Анализ параметров нефотохимического тушения ФлХ показал сильную положительную корреляционную зависимость между $Y(NPQ)$ и qN $r \geq 0,98-0,99$ ($p < 0,01$) и сильную отрицательную корреляционную зависимость между $Y(NQ)$, $Y(NPQ)$ и qN $r \geq 0,98-0,99$ ($p < 0,01$). Такая взаимосвязь обусловлена тем, что параметры отражают процесс тепловой диссипации энергии возбужденного хлорофилла ФС II – регулируемый, $Y(NPQ)$, (стимулируется циклом ксантофилла) и нерегулируемый, $Y(NQ)$, (способствует формированию активных кислородных радикалов АФК). Коэффициент qN описывает общий вклад нефотохимических процессов в тушение ФлХ, основываясь на концепции открытых и закрытых РЦ ФС II [8]. В наших условиях наблюдается достоверное ($p \leq 0,05$) увеличение значения относительного изменения параметра $Y(NQ)$ в вариантах засоления и совместного стресса у сортов Новосибирская 41 и Новосибирская 29 от 33,9 до 59,9 % на 16-е сутки культивирования. Увеличение параметра $Y(NQ)$ указывает на снижение эффективности защитных регулирующих механизмов и снижение фотохимического превращения энергии в условиях стресса [8]. Более высокая толерантность сорта Сибирская 21 может быть обусловлена низким уровнем формирования АФК. Аналогичные результаты получены при исследовании засухоустойчивости сортов пшеницы [4]. Значения относительных изменений параметров $Y(NPQ)$ и qN достоверно ($p \leq 0,05$) уменьшались у этих сортов практически в таком же диапазоне: от 30,9 до 58,9 %. У более устойчивого сорта Сибирская 21 относительные изменения параметров нефотохимического тушения недостоверны. То есть, в условиях сильного стресса (16 сутки культивирования) увеличивается параметр $Y(NQ)$ с одновременным синхронным снижением параметров $Y(NPQ)$ и qN . Аналогичные результаты отмечаются при инфицировании кукурузы различными видами грибных инфекций [9].

Таким образом, установленная высокая корреляционная зависимость между параметрами ФлХ и накоплением биомассы и длины ростков и проростка показывают возможность применения параметров ФлХ и их относительных изменений в качестве критериев стрессоустойчивости сортов пшеницы к хлоридному засолению и инфицированию *B. sorokiniana*.

Список литературы

1. Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Луговская О.С., Свежинцева Е.А., Минеев В.В. Методические положения ранней диагностики устойчивости яровой пшеницы и ячменя к совокупному действию стрессоров. - Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 62 с.
2. Салех С., Мурыгина Е.А., Боме Н.А. Оценка морфофизиологических параметров устойчивости различных сортов озимой ржи к хлоридному засолению в лабораторных условиях // Аграрная наука. – 2024. – № 387 (10). – С. 134–138.
3. Волкова Л.В., Амунова О.С., Тиунова Л.Н. Использование морфофизиологических параметров проростков яровой пшеницы в селекции на алюмоустойчивость // Аграрный вестник Урала. – № 04 (207). – С. 24–33.
4. Sherstneva O., Khlopkov A., Gromova E., Yudina L., Vetrova Y., Pecherina A., Kuznetsova D., Krutova E., Sukhov V., Vodenev V. Analysis of chlorophyll fluorescence parameters as predictors of biomass accumulation and tolerance to heat and drought stress of wheat (*Triticum aestivum*) plants // Functional Plant Biology. – 2021. – Vol. 49 (2). – P. 155–169.
5. Сандухадзе Б.И., Марченкова Л.А., Мамедов Р.З., Павлова О.В., Крахмалёва М.С., Чавдарь Р.Ф., Сандухадзе Э.К., Орлова Т.Г., Бугрова В.В., Савинов Е.В. Особенности ростовых процессов сортов и линий озимой пшеницы на ранних этапах онтогенеза в условиях солевого стресса // Аграрная Россия. – 2023. – № 12. – С. 3–7.
6. Гурова Т.А., Чесноченко Н.Е. Флуоресценция хлорофилла в листьях проростков сортов пшеницы при совместном действии хлоридного засоления и инфицирования

Bipolaris sorokiniana // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. – № 8. – С. 14–25.

7. Пшибытко Н.Л. Флуоресценция как индикатор состояния фотосинтетического аппарата растений в условиях абиотического стресса // Журнал прикладной спектроскопии. – 2023. – Т.90. – № 1. – С. 67–73. DOI: 10.1007/s10812-023-01503-z.

8. Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. – Киев: Альтерпрес, 2002. – 188 с.

9. Silveira P.R., Milagres P.O., Corrêa E.F. et al. Changes in leaf gas exchange, chlorophyll a fluorescence, and antioxidants in maize leaves infected by *Exserohilum turcicum* // *Biologia Plantarum*. – 2019. – Vol. 63. – P. 643–653.

<https://doi.org/10.26898/2026-355>
УДК 632.4.01/.08:535.37

ОЦЕНКА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПРИ ХЛОРИДНОМ ЗАСОЛЕНИИ И ИНФИЦИРОВАНИИ *B. sorokiniana*

Елкин О.В., канд. техн. наук,

Гурова Т.А., канд. с.-х. наук,

Чешкова А.Ф., канд. физ.-мат. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: Oleg348@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований спектральной отражательной способности проростков трех сортов яровой мягкой пшеницы в условиях отдельного и совместного действия хлоридного засоления и инфицирования возбудителем корневой гнили злаков *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (*B. sorokiniana*). Проростки выращивали из инфицированных патогеном 3-суточных проросших семян на растворе хлорида натрия (опыт) и водопроводной воде (контроль). Спектральные характеристики листьев 10-20-суточных проростков получали с помощью гиперспектральной камеры Photonfocus MV1-D2048x1088-HS05-96-G2-10 (Швейцария). Анализ посуточной динамики коэффициентов отражения проростков сортов пшеницы во всех вариантах опыта позволил выявить неоднозначный характер их изменения – от снижения до увеличения коэффициентов отражения в зависимости от возраста проростка, вида стрессора и сорта. У проростков сортов пшеницы, подвергшихся стрессовым воздействиям отражательная способность значительно выше в видимой области спектра, чем у здоровых проростков, и ниже в ближней инфракрасной.

Ключевые слова: проростки пшеницы, гиперспектральные характеристики, инфицирование *B. sorokiniana*, хлоридное засоление

Значительные перспективы в диагностике сельскохозяйственных культур получили методы спектрометрирования, основанные на возможности детектирования изменений состояния растений в результате регистрации отражённого от них электромагнитного излучения с применением гиперспектральных сенсоров [1, 2]. Информация об отраженном излучении растений предоставляется в широком диапазоне электромагнитного спектра, в том числе видимого и инфракрасного диапазонов. Гиперспектральный анализ позволяет одновременно оценивать как физиологические, так и морфологические параметры растений для определения их реакции на изменения окружающей среды, т.е. на действие различных стрессоров [3, 4]. Чувствительным индикатором физиологической активности является

пигментный аппарат растений. Содержание пигментов в листьях изменяется при действии абиотических и биотических стрессоров, нарушающих фотосинтетическую активность и обмен веществ, что влияет на спектры отражения растений. Оценка качества света, отраженного от листьев, может обеспечить глубокое понимание физиологических реакций растений при изменении условий окружающей среды.

Цель исследований – получение гиперспектральных характеристик посуточной динамики адаптивных реакций проростков разных сортов пшеницы и установление их взаимосвязи с устойчивостью к возбудителю обыкновенной корневой гнили злаков, хлоридному засолению и их совместному действию.

Спектральные отражательные характеристики, изменения которых связаны со структурой, биохимическим составом и физиологическим состоянием растений, оценивали у проростков 3 сортов яровой пшеницы селекции СибНИИРС – ИЦиГ СО РАН. Спектральные характеристики проростков при инфицировании возбудителем обыкновенной корневой гнили, хлоридном засолении и их совместном действии получали с помощью гиперспектральной камеры Photonfocus MV1-D2048x1088-HS05-96-G2-10 методом линейного сканирования с использованием подвижной платформы, управляемой контроллером [5].

Анализ усредненных спектральных кривых проростков сортов Новосибирская 41, Новосибирская 29 и Сибирская 21 показал, что спектральные отражательные характеристики здоровых и подвергшихся действию инфицирования *B. sorokiniana* и хлоридного засоления проростков (10-14-е сутки культивирования) отличаются в исследуемых частях спектра – видимого (400–700 нм) и ближней инфракрасной области (700–900 нм). Общая форма спектральных кривых идентична. В видимой части спектра наблюдается возрастание отражательной способности от 480 до 560 нм (пик в зеленой области), затем следует понижение из-за поглощения света пигментами с экстремумом при длине волны около 680 нм (минимум отражения в красной области). В ближней инфракрасной области (БИК) отражательная способность контрольных и опытных вариантов резко возрастает от 682 до 740 нм («красный край») с последующим нарастанием до 890 нм. Такое резкое изменение спектральных характеристик растений на границе видимой красной и ближней инфракрасной частей спектра в диапазоне 690–740 нм (положение «красного края»), имеет большое значение для диагностики стрессовых воздействий.

У проростков сортов пшеницы, подвергшихся стрессовым воздействиям отражательная способность значительно выше в видимой области спектра, чем у здоровых проростков, а в ближней инфракрасной ниже.

Анализ посуточной динамики коэффициентов отражения проростков сортов пшеницы во всех вариантах опыта позволил выявить неоднозначный характер их изменения – от снижения до увеличения коэффициентов отражения в зависимости от возраста проростка, вида стрессора и сорта. У сорта Новосибирская 41 эта тенденция имела колебательный характер (рис. 1–3).

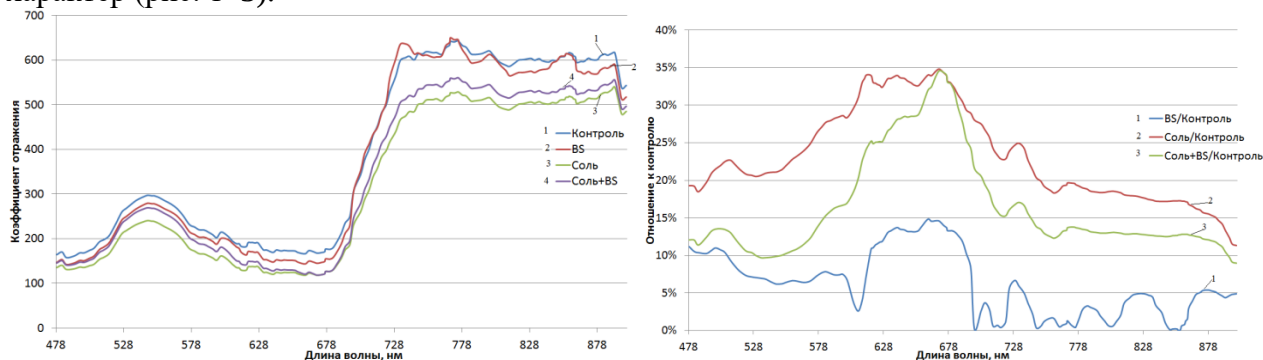


Рис. 1. Спектральные кривые и их изменения у 10-суточных проростков пшеницы сорта Новосибирской 41 при действии стрессоров

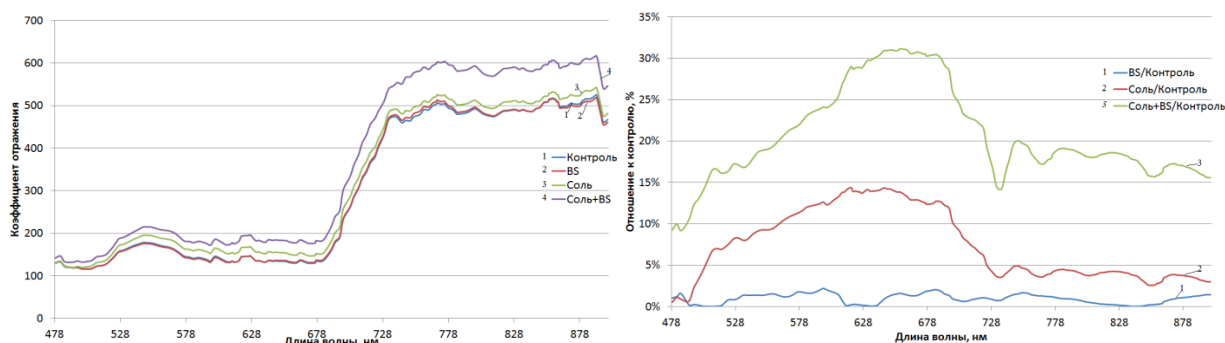


Рис. 2. Спектральные кривые и их изменения у 12-суточных проростков пшеницы сорта Новосибирской 41 при действии стрессоров

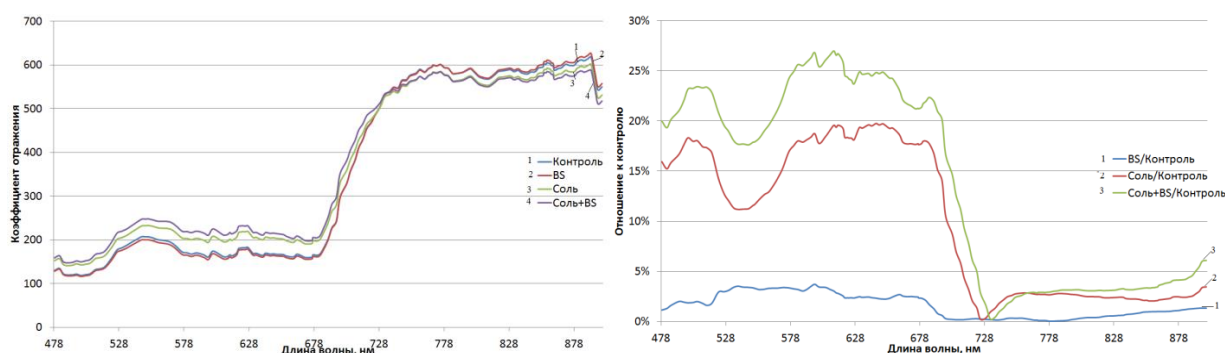


Рис. 3. Спектральные кривые и их изменения у 14-суточных проростков пшеницы сорта Новосибирской 41 при действии стрессоров

Однако у 14-суточных проростков всех сортов в опытных вариантах адаптационный ответ характеризовался повышением отражательной способности в видимой области спектра (от 550 до 680 нм) и снижением в ближней инфракрасной области (от 740 до 878 нм) по сравнению с контролем. Так, у сорта Новосибирская 41 коэффициенты отражения на 10-е сутки культивирования были снижены в вариантах совместного действия стрессоров и засоления до 39,4 %, в варианте инфицирования до 14,3 % по сравнению с контролем в видимой области (550 и 680 нм). Это может быть связано с возрастанием активности каротиноидов (550 нм) в ксантофилловом цикле, что повышает эффективность использования энергии света при фотосинтезе. На 12-е и 14-е сутки коэффициенты отражения в видимой области спектра повышались по сравнению с контролем, в большей степени в варианте совместного действия стрессоров (29,0–31,0 %). При этом снижение коэффициентов отражения в ближней инфракрасной области у 10-суточных проростков в опытных вариантах (засоление и совместное действие) по сравнению с контрольными сменялось их повышением у 12-суточных и понижением у 14-суточных проростков, то есть проявлялся колебательный характер отражательной способности листьев проростков. У сорта Новосибирская 29 и Сибирская 21 изменения коэффициентов отражения в опытных вариантах недостоверны, однако тенденция изменения отражательной способности сохраняется – повышение отражательной способности в видимой области спектра (от 550 до 680 нм) и снижение в ближней инфракрасной области (от 740 до 878 нм) по сравнению с контролем.

Таким образом, восприимчивый к патогену, засолению и их совместному действию сорт Новосибирская 41 показал увеличение отражательной способности в видимом диапазоне от 15,0 % (вариант инфицирования) до 20,0–35,0 % (варианты засоления и совместный стресс). В то время как спектральная характеристика относительно устойчивых сортов Сибирская 21 и Новосибирская 29 не претерпела достоверных изменений за экспериментальный период.

Построены классификационные модели 10-20-суточных проростков исследованных сортов. Каждая выборка случайным образом разделена на обучающую и тестовую в соотношении 80 и 20% из общего количества исследуемых 84 000 спектров. В табл. 1-3 приведена общая точность классификационных моделей определяемая, как отношение числа правильно классифицированных объектов тестовой выборки к общему размеру выборки.

Таблица 1

Точность классификации метода опорных векторов (SVM), %

Сорт	Возраст проростков					
	10 дней	13 дней	15 дней	17 дней	20 дней	Для всех возрастов
Новосибирская 29	92	87	97	92	97	83
Сибирская 21	77	90	90	91	95	72
Новосибирская 41	95	93	87	91	-	80
Для всех сортов	78	84	86	85	92	67

Таблица 2

Точность классификации метода К-ближайших соседей (KNN), %

Сорт	Возраст проростков					
	10 дней	13 дней	15 дней	17 дней	20 дней	Для всех возрастов
Новосибирская 29	94	86	96	91	95	84
Сибирская 21	74	87	87	90	91	72
Новосибирская 41	92	91	84	86	-	82
Для всех сортов	84	83	86	84	90	73

Таблица 3

Точность классификации метода случайного леса (RF), %

Сорт	Возраст проростков					
	10 дней	13 дней	15 дней	17 дней	20 дней	Для всех возрастов
Новосибирская 29	91	84	96	91	93	82
Сибирская 21	69	90	84	88	88	72
Новосибирская 41	90	90	80	84	-	78
Для всех сортов	83	81	84	82	88	72

Установлено, что модели SVM, KNN, RF, построенные с учетом сорта и возраста проростков, позволяют с высокой точностью (в среднем более 90%) классифицировать виды стресса, воздействующие на растения. Модели SVM, KNN, RF, не учитывающие сортовую специфику и/или возраст проростков, имеют более низкую точность классификации.

Список литературы

1. Lowe A., Harrison N., French A.P. Hyperspectral Image Analysis Techniques for the Detection and Classification of the Early Onset of Plant Disease and Stress // Plant Methods. – 2017. – Vol. 13. – P. 2–12.
2. Rebecca L. Whetton, Toby W. Waine, Abdul M. Mouazen Hyperspectral measurements of yellow rust and fusarium head blight in cereal crops: Part 2: On-line field measurement / Biosystems Engineering. – 2018 – Vol. 167. – P. 144–158.
3. Демидчик В.В., Шашко А.Ю., Бондаренко В.Ю., Смоликова Г.Н., Пржевальская Д.А., Черныш М.А., Пожванов Г.А., Барковский А.В., Смолич И.И., Соколик А.И., Медведев С.С. Феномика растений: фундаментальные основы, программно-аппаратные платформы и методы машинного обучения // Физиология растений. – 2020. – Т. 67(3). – С. 227–245. DOI: 10.31857/S001533032003006.
4. Гурова Т.А., Клименко Д.Н., Луговская О.С., Елкин О.В., Козик В.И. Спектральные характеристики сортов пшеницы при биотическом стрессе // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т.33. – № 10. – С. 71–75.

5. Klimenko D.N., Gurova T.A., Elkin O.V., Maksimov L.V. Hyperspectral reflectance system for plant diagnostics / В сборнике: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020 – No. 548. – P. 32019. DOI: 10.1088/1755-1315/548/3/032019.
6. Yakushev V.P., Kanash E.V., Rusakov D.V., Yakushev V.V., Blokhina S.Yu., Petrushin A.F., Blokhin Yu.I., Mitrofanova O.A., Mitrofanov E.P. Correlation dependences between crop reflection indices, grain yield and optical characteristics of wheat leaves at different nitrogen level and seeding density // Agricultural Biology. – 2022. – Vol. 57. – No. 1. – P. 98–112. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.98eng.

<https://doi.org/10.26898/2026-356>
УДК 528.88:004.92

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ НА ОСНОВЕ NDVI И ДРУГИХ ИНДЕКСОВ ВЕГЕТАЦИИ

Ефименко Д.Д., аспирант, м.н.с.,
Ледовский Е.Н., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Чан-оглы Д.Д., магистрант

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: dv.efimenko1812@omgau.org

Аннотация. В статье рассмотрены методы анализа состояния посевов с использованием спектральных индексов вегетации, основанных на данных дистанционного зондирования Земли. Основное внимание уделено индексу NDVI, который позволяет оценивать плотность растительного покрова и выявлять стрессовые факторы. Также проанализированы другие индексы, такие как EVI, SAVI и NDWI, их преимущества и области применения. Приведены примеры практического использования этих индексов для мониторинга сельскохозяйственных культур, включая оценку урожайности и выявление заболеваний. Обсуждаются источники данных, включая спутниковые системы Landsat-8/9 и Sentinel-2, а также алгоритмы обработки. Результаты показывают, что комбинированное применение индексов повышает точность анализа на 15-20% по сравнению с традиционными методами. Предложены рекомендации по интеграции этих технологий в точном земледелии, с учетом российских исследований.

Ключевые слова: NDVI, индексы вегетации, анализ посевов, дистанционное зондирование, EVI, SAVI, NDWI, точное земледелие

Современные методы анализа состояния посевов играют ключевую роль в развитии устойчивого сельского хозяйства. Традиционные подходы, основанные на визуальном осмотре или лабораторных анализах, ограничены по охвату и оперативности. В последние десятилетия широкое распространение получили технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяющие получать объективные данные о состоянии растительного покрова на больших территориях [1]. Среди них особое место занимают спектральные индексы вегетации, рассчитываемые на основе отражения электромагнитного излучения в различных диапазонах спектра.

Одним из наиболее используемых является нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), предложенный в 1970-х годах. Он рассчитывается по формуле:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red),$$

где NIR - отражение в ближнем инфракрасном диапазоне; Red - в красном диапазоне [2]. Значения NDVI варьируются от -1 до +1: положительные значения указывают на

наличие здоровой растительности, отрицательные - на воду или почву. Этот индекс эффективен для оценки биомассы, плотности листового покрова и выявления стрессов, таких как засуха или дефицит питательных веществ. Интерпретация значений NDVI позволяет классифицировать состояние посевов (табл. 1).

Таблица 1

Интерпретация значений NDVI для оценки состояния посевов

Диапазон значений	Описание состояния
-1...0	Вода, снег, нет растительности
0...0,2	Нет растительности, редкая или поврежденные культуры
0,2...0,5	Редкая растительность, стрессовые состояние культур
0,5...0,6	Умеренная растительность, ранние стадии роста культур
0,6...0,9	Здоровая, плотная растительность, пиковые фазы роста культур
> 0,9	Очень здоровая растительность с высокой биомассой

Однако NDVI имеет ограничения: он чувствителен к атмосферным помехам и фону почвы, особенно в регионах с редким растительным покровом. Для преодоления этих недостатков разработаны альтернативные индексы. Улучшенный вегетационный индекс (EVI) учитывает влияние атмосферы и почвы:

$EVI = 2.5 * (NIR - Red) / (NIR + 6*Red - 7.5*Blue + 1)$, где Blue - отражение в синем диапазоне [3]. EVI более стабилен в условиях высокой биомассы и подходит для мониторинга густых посевов, таких как зерновые культуры. Еще один индекс - почвенно-адаптированный вегетационный индекс (SAVI), который корректирует влияние почвы: $SAVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) * (1 + L)$, где L - коэффициент корректировки почвы (обычно 0.5) [4]. SAVI полезен в аридных зонах, где почвенный фон доминирует. Для оценки водного стресса применяется нормализованный разностный водный индекс (NDWI): $NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$, где Green - отражение в зеленом диапазоне [5]. Этот индекс позволяет выявлять дефицит влаги в посевах, что критично для ирригационного планирования. Оперативный мониторинг состояния посевов с использованием спектральных индексов реализуется на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), получаемых с космических аппаратов среднего и высокого разрешения. Наиболее востребованными для решения агрономических задач являются спутниковые системы Landsat-8/9 (разрешение 30 м в мультиспектральных каналах) и Sentinel-2 (разрешение 10-20 м). Их ключевое преимущество - регулярная съёмка с ревизией 5-16 дней, что позволяет формировать временные серии данных для анализа фенологического развития культур.

Расчёт индексов и постобработку: Непосредственное вычисление значений NDVI, EVI, SAVI, NDWI по соответствующим формулам. Для анализа используются специализированные программные среды с открытым кодом (QGIS с плагинами SCP, Semi-Automatic Classification Plugin) или облачные геоинформационные платформы (Google Earth Engine, Sentinel Hub), позволяющие обрабатывать большие архивы данных без их локальной загрузки [6].

Примером практической эффективности индексов является исследование посевов озимой пшеницы в Центральном федеральном округе России. Анализ временных рядов NDVI в вегетационный период выявил устойчивое снижение значений индекса на 0.2-0.3 в определенных агроландшафтных зонах по сравнению с фоновыми (здоровыми) участками. Этот негативный эффект, наблюдавшийся в ключевые фазы развития (выход в трубку - колошение), был статистически значимо ($p < 0,05$) коррелирован с падением фактической урожайности на 15% по данным наземных обследований и уборочной статистики. [7].

Совместный анализ NDVI и EVI позволяет дифференцировать природу стрессовых факторов. Например, одновременное снижение NDVI и EVI может указывать на общую потерю биомассы (засуха, вымерзание), в то время как снижение NDVI при стабильном или

растущем EVI может свидетельствовать об изменении архитектуры посева или воздействии атмосферных аэрозолей.

Интеграция NDVI (или EVI) с NDWI формирует основу для прецизионного управления водными ресурсами. Карты NDWI выявляют зоны влагообеспеченности и водного дефицита. Наложение этих карт на данные о биомассе (NDVI) позволяет оптимизировать график и нормы полива, направляя воду на критические участки с нехваткой влаги.

Использование SAVI особенно результативно на начальных этапах вегетации и в регионах с разреженной растительностью, где влияние почвенного фона максимально.

Таким образом, выбор и комбинация индексов (табл. 2) определяются конкретной агрономической задачей, почвенно-климатическими условиями и доступными спутниковыми данными. Комплексный подход, основанный на анализе временных серий нескольких индексов, повышает точность оценки состояния посевов на 15-20% по сравнению с моноиндексным методом и существенно расширяет возможности для прогнозирования урожайности и принятия управленческих решений.

Таблица 2

Сравнение спектральных индексов вегетации

Индекс	Формула	Основные задачи	Культуры/условия применения
NDVI	$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$	Оценка плотности растительной биомассы Мониторинг динамики развития в период вегетации сельскохозяйственных культур Выявление стрессовых факторов (засуха, болезни, дефицит питания) Прогнозирование урожайности	Зерновые (пшеница, кукуруза), технические культуры, многолетние насаждения. Универсален для большинства регионов
EVI	$EVI = 2.5 * (NIR - Red) / (NIR + 6 * Red - 7.5 * Blue + 1)$	Мониторинг посевов в фазе активной вегетации Анализ в условиях задымленности, запыленности или высокой облачности Уточнение оценок NDVI в регионах с высокой влажностью атмосферы	Кукуруза, рис, соя, подсолнечник в фазе смыкания рядков. Рекомендуется для влажных тропических и субтропических зон
SAVI	$SAVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) * (1 + L)$	Оценка развития культуры на ранних стадиях вегетации (всходы, начало кущения) Мониторинг в аридных и полуаридных регионах с низким проективным покрытием - Анализ пастбищ и посевов на эродированных или светлых почвах	Озимые зерновые (начало вегетации), пастбища, засушливые степи, посевы на песчаных почвах
NDWI	$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$	Оценка содержания воды в растительной массе (тургор) Выявление водного стресса и зон засухи Планирование сроков и норм полива Картирование переувлажнённых участков	Все влаголюбивые культуры (овощи, рис), а также для мониторинга засухоустойчивости зерновых. Критичен в регионах с дефицитом влаги

В точном земледелии эти индексы интегрируются с данными дронов и IoT-датчиками для создания карт переменного внесения удобрений [8]. Исследования показывают, что такой подход снижает затраты на 10-20% и повышает урожайность.

Анализ состояния посевов на основе NDVI и других индексов вегетации является мощным инструментом для современного агропроизводства. Дальнейшее развитие технологий ДЗЗ, включая машинное обучение для интерпретации данных, позволит повысить эффективность мониторинга [9].

В заключение, анализ состояния посевов с использованием спектральных индексов вегетации, таких как NDVI, EVI, SAVI и NDWI, на основе данных дистанционного зондирования Земли представляет собой эффективный инструмент для устойчивого развития

сельского хозяйства, позволяющий оперативно оценивать состояние сельскохозяйственных культур, выявлять негативные факторы и прогнозировать урожайность, с повышением точности мониторинга на 15-20% по сравнению с традиционными методами. При этом эти методы имеют отрицательные стороны: NDVI чувствителен к атмосферным помехам и влиянию почвенного фона, что снижает точность в регионах со сложными погодными условиями; альтернативные индексы, хотя и корректируют некоторые недостатки, требуют дополнительной обработки данных и специализированного ПО, что увеличивает затраты и сложность для мелких хозяйств; кроме того, зависимость от спутниковых систем вроде Landsat-8/9 и Sentinel-2 ограничивается периодичностью съёмок (5-16 дней) и облачностью, потенциально приводя к пробелам в данных, а интеграция с машинным обучением и IoT-датчиками, несмотря на перспективы снижения затрат на 10-20% и повышения продуктивности, сталкивается с проблемами доступности технологий в России и необходимостью квалифицированных специалистов.

Список литературы

1. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium (Vol. 1, pp. 309-317). NASA.
2. Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation // Remote Sensing of Environment. - 1979. - Vol. 8. - P. 127-150.
3. Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao, X., Ferreira L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 83(1-2), 195-213.
4. Huete A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI) // Remote Sensing of Environment. - 1988. - Vol. 25. - P. 295-309.
5. Gao B.C. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space // Remote Sensing of Environment. - 1996. - Vol. 58. - P. 257-266.
6. Береза О.В., Страшная А.И., Лупян Е.А. О возможности прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Среднем Поволжье на основе комплексирования наземных и спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2015. - Т. 12. - № 1. - С. 18-30.
7. Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Шестакова Е.О. Площадь ассимиляционной поверхности и NDVI посевов озимой пшеницы // Земледелие. - 2015. - № 7. - С. 37-39.
8. Сторчак И.Г., Ерошенко Ф.В., Шестакова Е.О. Особенности динамики вегетационного индекса NDVI в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края // Аграрный вестник Урала. - 2019. - № 9 (188). - С. 12-18.
9. Родимцев С.А., Павловская Н.Е., Вершинин С.В., Горькова И.В., Гагарина И.Н. Использование вегетативного индекса NDVI для прогноза урожайности зерновых культур // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). - 2022. - № 4. - С. 56-67.

СЕРВИСНАЯ МОДЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ: ВЛИЯНИЕ НА ДОСТУПНОСТЬ И ЭКОНОМИКУ ДАННЫХ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Зубакин А.А., аспирант

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова,
Улан-Удэ, Россия

e-mail: artemzubakin2015@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается трансформация экономики данных в точном земледелии под влиянием сервисной модели использования агродронов (DaaS). Исследование раскрывает как переход от традиционной капиталоемкой модели владения технологиями к операционной модели подписки меняет логику генерации, обработки и коммерциализации агроданных. Показано, что новая модель преодолевает ключевое ограничение традиционного подхода – высокий порог входа для малых и средних хозяйств, способствуя снижению технологического неравенства в отрасли. Централизованная обработка агрегированных данных на облачных аналитических платформах повышает их конечную ценность, создавая при этом основу для предиктивной аналитики и новых производных сервисов. Выводом служит то, что распространение модели представляет собой инфраструктурную инновацию, которая закладывает фундамент для более инклюзивной и эффективной аграрной экономики.

Ключевые слова: точное земледелие, беспилотные летательные аппараты, сервисная модель, экономика данных, цифровизация сельского хозяйства, цифровая асимметрия

Современный этап развития сельского хозяйства Российской Федерации и мировой агропромышленности в целом, олицетворяется глубокой трансформацией, ядром которой становятся данные. В контексте точного земледелия данные, которые собираются с рабочих полей: состояние почвы, посевы, погодные условия, биохимия, и иные, - превращаются из вспомогательной информации в ключевой производственный актив. Данный актив, определяет общую эффективность принятия решений, оптимизирует затраты ресурсов, а в конечном итоге влияет на урожайность поля. Так, формирующаяся «экономика данных» в агросекторе представляет собой систему отношений по поводу генерации, обработки, анализа и монетизации информационных потоков, где конечная ценность создается за счет извлечения скрытой информации и автоматизации процессов.

Однако доступ к технологиям генерации таких данных, первоочередно к беспилотным летательным аппаратам, изначально распределяется крайне неравномерно, в зависимости от географических и хозяйствующих субъектах. Крупные агрохолдинги, которые обладают достаточным капиталом для приобретения и обслуживания парка дронов, получают значительное конкурентное преимущество, в то время как малые и средние сельхозпроизводители почти полностью исключаются из данного конкурентного преимущества. Это создает предпосылки для усиления технологического и информационного неравенства внутри отрасли, что противоречит задачам устойчивого и инклюзивного развития индустрии страны в целом.

В этой парадигме особый интерес представляет сервисная модель распространения технологий, в частности, предоставление услуг агродронов по подписки или на аутсорсинге. Данная модель обладает потенциалом не просто удешевить доступ к анализу рабочих полей, а кардинально изменять стоимостные характеристики и логику обращения агроданных, сделав их доступными для широкого круга субъектов. Таким образом, вопрос становится крайне актуальным, ввиду необходимости оценки влияния сервисных моделей на

трансформацию рынка агроданных и их роль в преодолении барьеров цифрового развития для малых форм сельского хозяйства. [2]

Сервисная модель трансформирует не только канал доступа к технологии, но и всю цепочку создания стоимости агроданных, перестраивая взаимоотношения между участниками самого рынка. Для наглядного представления этого структурного сдвига и анализа ключевых изменений в экономике данных целесообразно визуализировать переход от традиционной модели владения технологиями к сервисной модели их потребления. На рис. 1 представлена схема традиционной модели владения, где крупный сельскохозяйственный производитель закупает оборудование у производителя, платит заработную плату специалисту и в конечном итоге получает замкнутый поток данных.

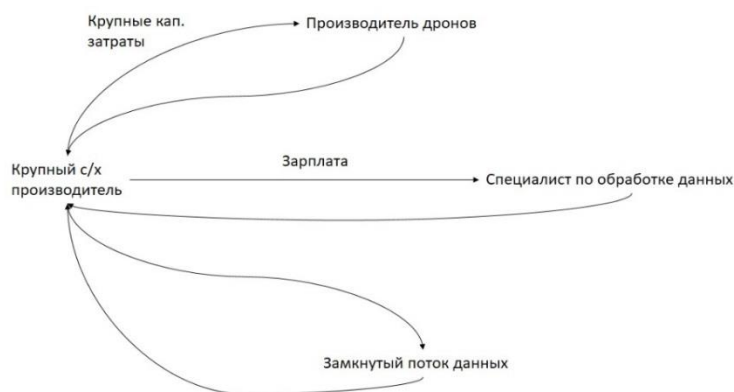


Рис. 1. Логика обращения данных в традиционной модели владения агродронами

Так, традиционная модель характеризуется замкнутым контуром данных, что обусловлено двумя ключевыми факторами:

1. Техничко-экономическая изоляция – высокие капитальные затраты на приобретение парка дронов и дорогостоящее программное обеспечение для обработки данных создают естественный барьер для обмена информацией с внешними системами, а инвестиции направлены на создание внутренней, изолированной инфраструктуры, при этом должна уходить на интеграцию в отраслевые информационные потоки.

2. Стратегия сохранения конкурентного преимущества – в условиях, где данные становятся стратегическим активом, домохозяйства, которые несут значительные издержки на их сбор, заинтересованы в монополизации полученной информации и рассматривают ее больше как коммерческую тайну, и источник индивидуальной оптимизации, а не как потенциально разделяемый ресурс.

Исходя из вышеописанного, можно сказать, что модель устаревает и показывает низкую экономическую эффективность для большинства участников рынка, по причинам: недоступности для малого и среднего бизнеса, ввиду больших капитальных затрат; недогрузки ресурсов и высоких удельных издержек; отсутствие сетевого эффекта и общей синергии, обусловленного макротрендами [1].

Описанные системные ограничения традиционного подхода обуславливают поиск альтернативных моделей, которые смогут снизить барьеры входа в процесс цифровизации традиционного субъекта. Такой альтернативой выступает сервисная модель DaaS (Drone-as-a-Service), которая переносит акцент с владения дорогостоящими активами на доступ к их функциональности по подписочной системе. Эта трансформация меняет не только экономику затрат для сельскохозяйственного производителя, но и кардинально перестраивает саму логику генерации, обработки и использования агроданных, что также можно представить в рисуночной форме (рис. 2).



Рис. 2. Логика обращения данных в сервисной модели DaaS

Представленная сервисная модель принципиально меняет архитектуру взаимодействия между сельскохозяйственными субъектами и новейшим цифровым инструментарием. В центре всего взаимодействия может находиться не отдельная организация, а специализированный провайдер, который консолидирует спрос множества сельхозпроизводителей любого масштаба. Это позволяет достичь экономии на масштабе как в использовании самой техники, так и в обработке конечных данных. Агрегированные потоки информации с рабочих полей поступают на единую аналитическую платформу, в которой также могут применяться другие цифровые инструменты в виде: нейросетевых технологий, больших данных, интернет-вещей и др. На платформе происходит преобразование в готовые аналитические отчеты и предиктивные рекомендации, которые и поставляются клиенту как конечный продукт, представляющий огромную ценность для потребителя. Таким образом, потребитель оплачивает не технологический актив в единичном экземпляре, а готовый информационный инсайт, что коренным образом меняет структуру его затрат и компетенций.

Так, внедрение сервисной модели позволяет достичь следующих результатов:

1. Демократизация доступа – резкое снижение порога входа для малых субъектов предпринимательства за счет замены капитальных расходов на операционные.
2. Возрастание ценности данных – централизованная обработка на мощной платформе повышает глубину и качество аналитики, превращая первичные данные в высокомаржинальный продукт.
3. Формирование основы для новых рынков – агрегированные и обезличенные данные становятся сырьем для создания производных сервисов, порождая положительные сетевые эффекты для всей отрасли [3].

Следовательно, данная модель может выступать не просто альтернативным каналом аренды оборудования, а инфраструктурным решением, которое закладывает основу для новой, более справедливой и эффективной «экономики данных». В контексте точного земледелия, где ценность данных напрямую определяет конечную результативность агротехнологических операций – сервисная модель позволяет преодолевать ключевой барьер, в виде жесткой привязки генерации данных к капиталоемкости отдельного хозяйства. Это делает прецизионные технологии доступными для малых и средних производителей, что способствует снижению цифровой асимметрии внутри отрасли.

При этом распространение модели в точном земледелии следует рассматривать не только как коммерчески успешную бизнес-модель, но и как инфраструктурную инновацию, которая закладывает фундамент для более инклюзивной аграрной экономики.

Список литературы

1. Топ-7 проблем применения дронов в АПК [Электронный ресурс] // Glavpahar.ru: сайт. – URL: <https://clck.ru/3RG5MZ> (дата обращения: 12.01.2026).
2. Сервисный подход [Электронный ресурс] // Simpleone.ru: сайт. – URL: <https://clck.ru/3RG5Gd> (дата обращения: 12.01.2026).
3. Анализ размера и доли рынка дронов для сельского хозяйства – тенденции роста и прогнозы (2025-2030) [Электронный ресурс] // Mordointelligence.com: сайт. – URL: <https://clck.ru/3RG5Pd> (дата обращения: 12.01.2026).

<https://doi.org/10.26898/2026-358>
УДК 631.3:004.5

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОДОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Исакова С.П.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: isakova.s.p@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема медленного внедрения современных агротехнологий в сельскохозяйственное производство, обусловленная дефицитом знаний у аграриев о возможностях применения инновационных решений в конкретных природно-климатических и производственных условиях. В результате предложена обобщённая структурная схема процесса выбора технологий и технических средств, разработана математическая модель оценки вариантов технологий и техники по ключевым критериям (расход ГСМ, количество механизаторов, затраты на производство), создан web-ориентированный программный комплекс по сопровождению машинных агротехнологий. Комплекс позволяет автоматизировать подбор агротехнологий, составление годового рабочего плана и расчёт экономических показателей, способствуя повышению производительности и конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: агротехнологии, машинно-тракторный парк, программное обеспечение, поддержка принятия решений, растениеводство, цифровизация сельского хозяйства, адаптивное земледелие

Развитие аграрного сектора сегодня напрямую зависит от внедрения научных достижений и цифровых технологий [1, 2]. Ключевой задачей становится создание эффективных инструментов для интеграции инноваций с сельскохозяйственным производством – от нейросетей и интернет вещей до беспилотных систем [3, 4].

Современные агротехнологии открывают возможности для рационального использования природных ресурсов: они учитывают состояние почв, водных и биологических ресурсов, оптимизируют расход материалов. Такие решения способствуют ресурсосбережению и повышению качества сельскохозяйственной продукции [5, 6].

Тем не менее темпы внедрения передовых агротехнологий остаются невысокими. Основная причина – недостаточная информированность аграриев о возможностях применения инновационных решений в конкретных производственных условиях. Это делает актуальным создание инструментов, помогающих производителям обоснованно выбирать технологии с учетом агроэкологических особенностей [7, 8].

Сущность современных агротехнологий заключается в комплексе операций по управлению производством сельхозкультур для достижения запланированной урожайности и

качества продукции при соблюдении экологических и экономических требований. Они интегрированы в систему управления агроландшафтом через: севообороты, системы обработки почвы, внесение удобрений, защиту растений.

При планировании урожайности критически важно учитывать динамику влияющих факторов и совершенствование агротехнологий. Агротехнические приёмы должны адаптироваться к особенностям агроландшафтной зоны, что реализуется через создание регистров агротехнологий – элемента зональных ресурсосберегающих технологий [9].

Цель исследования – разработка программного комплекса для поддержки принятия решений при выборе агротехнологий и технических средств с учётом агроклиматических и производственных условий хозяйства.

Для сравнительного анализа вариантов была создана математическая модель [10], оценивающая расход горюче-смазочных материалов (ГСМ), потребность в механизаторах и производственные затраты.

Для систематизации процесса выбора технологий и технических средств возделывания зерновых культур была разработана укрупнённая структурная схема (рис. 1).

Подготовительный этап – сбор и структурирование исходных данных: агроклиматическая зона и год реализации плана; культура (вид, сорт, агротребования); уровень интенсификации; предшественник; характеристики рабочих участков (почвы, площадь); состав МТП; кадровый потенциал; агроклиматические сроки.

Севооборотный план – фиксирует: год реализации; перечень и распределение культур по полям; ширину захвата техники; уровень интенсификации; площади пол культуры.

Подбор технологий – на основе входных данных и базы знаний (справочники, нормативы, рекомендации НИИ) выполняется: фильтрация технологий по зоне и культуре; учёт уровня интенсификации; анализ предшественника и адаптация к почвам; формирование перечня допустимых агротехнологий (например: классическая вспашка, минимальная обработка, no till). Результат – список агротехнологий с параметрами операций.

Подбор вариантов использования МТП – на основе списка агротехнологий, сведениях о площади, технике, кадрах, сроках и справочных данных о комплектовании МТА выполняется: выбор базовой агротехнологии; разбиение на технологические операции (вспашка, посев и др.), подбор агрегатов (с учетом агрегатирования и сроков выполнения работ); учёт трудовых ресурсов; оценка затрат (ГСМ, амортизация, зарплата и т.п.) и выбор оптимальных вариантов комплектования агрегатов. Результат – список вариантов использования МТП.

Формирование технологических карт – на основе вариантов МТП выполняется: выбор приоритетного варианта; детализация операций; составление календарного графика (с учётом агроклиматических сроков); сводная смета затрат. Результат – технологическая карта (описание агроприёмов, техники, сроков и затрат).

На этой основе был разработан программный комплекс для подбора агротехнологий и технических средств в виде web-приложения по сопровождению машинных агротехнологий (рис. 2).

Программный комплекс реализует функции, описанные в структурной схеме. Он имеет два уровня доступа:

- администратор – может изменять справочные данные (остальные функции скрыты);
- пользователь – имеет доступ ко всем функциям (кроме изменения справочных данных) и работает только с данными своего хозяйства.

Комплекс служит системой поддержки принятия решений для агрономов: автоматизирует подбор технологий, составление годового плана и расчёт экономических показателей, а также помогает анализировать варианты технологий и средств механизации для принятия оптимального решения.

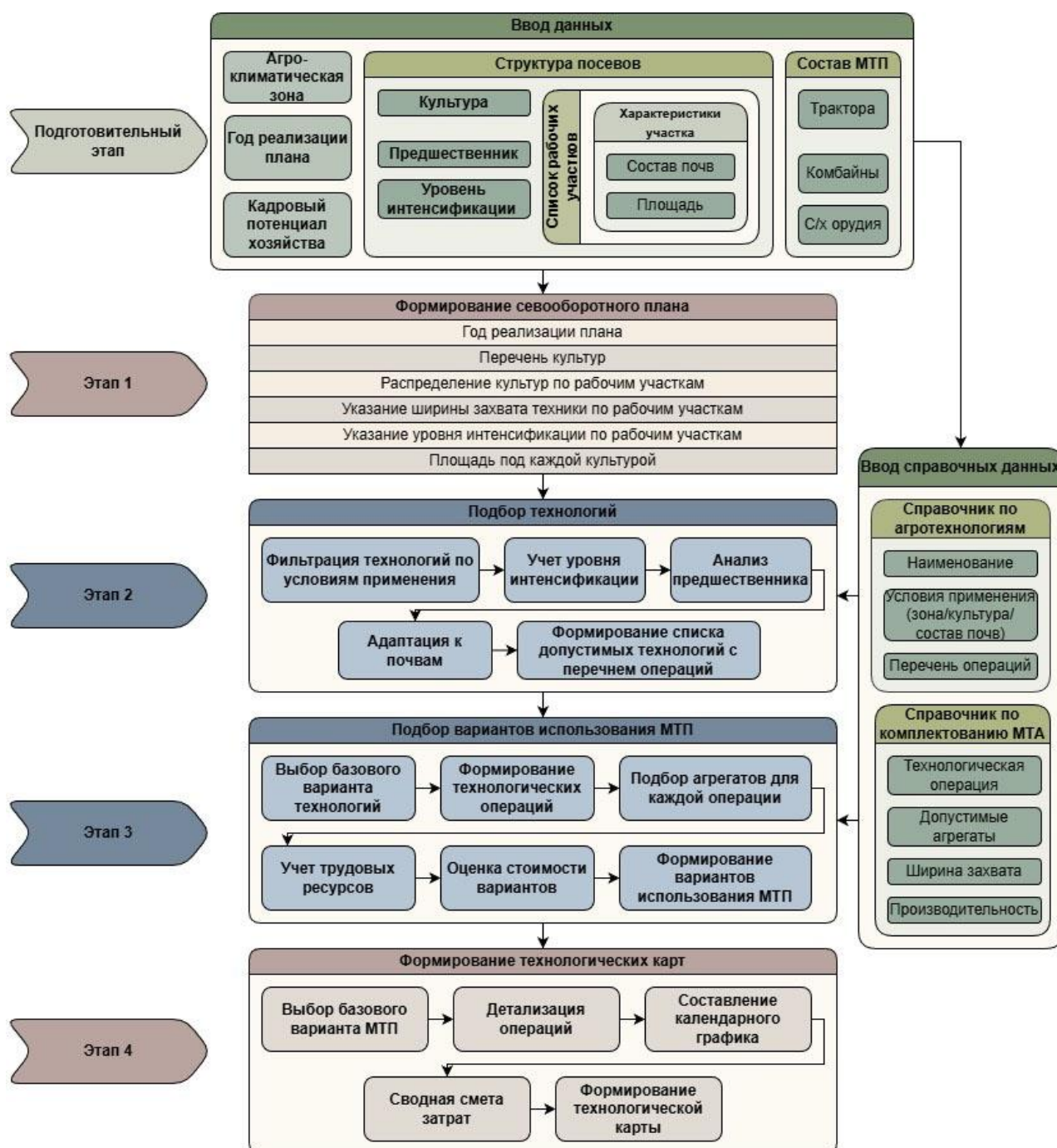


Рис. 1. Укрупненная структурная схема процесса выбора технологий и технических средств



Рис. 2. Увеличенная структурная схема web-ориентированного программного комплекса по сопровождению машинных агротехнологий

Список литературы

1. David Christian Rose, Rebecca Wheeler, Michael Winter, Matt Lobley Charlotte-Anne Chivers. Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet // Land Use Policy. – 2021. – No. 100. – P. 104933. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104933.
2. Rohit Sharma, Shreyanshu Parhi, Anjali Shishodia. Industry 4.0 Applications in Agriculture: Cyber-Physical Agricultural Systems (CPASs) // Advances in Mechanical Engineering: Select Proceedings of ICAME 2020. – 2020. – P. 807–813. DOI: 10.1007/978-981-15-3639-7_97.
3. Hovhannisyan T., Efendyan P., Vardanyan M. Creation of a digital model of fields with application of DJI phantom 3 drone and the opportunities of its utilization in agriculture // Annals of Agrarian Science. – 2018. – No. 16 (2). – P. 177–180. DOI: 10.1016/j.aasci.2018.03.006.
4. Peter W.B. Phillips, Jo-Anne Relf-Eckstein, Graeme Jobe, Brian Wixted. Configuring the new digital landscape in western Canadian agriculture // NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences. – 2019. – No. 90. – P. 100295. DOI: 10.1016/j.njas.2019.04.001.
5. Коковихин С.В., Биднина И.А., Шарий В.А., Червань А.Н., Дробитько А.В. Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2 (65). – С. 63-71.
6. Luiz Gustavo Garbelini, Henrique Debiassi, Alvadi Antônio Balbinot Junior, Julio Cezar Franchini, Antonio Eduardo Coelho, Tiago Santos Telles. Diversified crop rotations increase the yield, yield and economic efficiency of grain production systems // European Journal of Agronomy. – 2022. – No. 137. – P. 126528. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126528.
7. Кирюшин В.И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 3. – С. 5–10. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10301.
8. Tanha Talaviya, Dhara Shah, Nivedita Patel, Hiteshri Yagnik, Manan Shah. Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimization of irrigation and application of pesticides and herbicides // Artificial Intelligence in Agriculture. – 2020. – No. 4. – P. 58-73. DOI: 10.1016/j.aiia.2020.04.002.
9. Магомадов А.С., Адаев Н.Л., Амаева А.Г. Разработка алгоритма создания региональных регистров агротехнологий Чеченской Республики // Электротехнологии

и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 4 (49). – С. 76-83. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-76-83.

10. Альт В.В., Балушкина Е.А., Исакова С.П. Математическая модель по выбору технологий возделывания зерновых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2020. - Т. 50. - № 2. - С. 92-99. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-11.

<https://doi.org/10.26898/2026-359>
УДК 633.1:004.89

ЭТАЛОННАЯ АРХИТЕКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ЦИФРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Каличкин В.К., д-р с.-х. наук, проф.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: kalichkinvk@sfscs.ru

Аннотация. Цифровые технологии в земледелии включают коммуникацию, обмен информацией и анализ данных. Эти технологии генерируют большие объемы данных. Традиционных методов и систем управления данными недостаточно для работы с таким объемом данных. В настоящее время для решения этих задач разрабатываются эталонные архитектуры управления данными (ЭАУД). Эталонная архитектура управления данными представляет собой абстрактную систему на высоком уровне, которая отражает ее структуру и функции. Практической реализацией ЭАУД является платформенный подход, который состоит из следующих структурных блоков: загрузка данных, преобразование, извлечение информации, управление качеством, интеграция данных, анализ и хранение данных, обеспечение безопасности и конфиденциальности, управление метаданными, архивирование данных и репликация.

Ключевые слова: цифровое земледелие, сельскохозяйственные данные, управление данными, эталонная архитектура

Цифровая трансформация в земледелии – многообещающая перспектива для решения различных проблем за счет повышения уровня технологизации, сбора данных, автоматизации задач и создания полезной информации для принятия решений на основе данных. Непрерывное техническое развитие способствует внедрению цифровых технологий, таких как мобильные устройства, интернет вещей, большие данные, компьютерное зрение, облачные вычисления, искусственный интеллект, системы геолокализации, географические информационные системы и дистанционное зондирование. Интеграция этих технологий и разработка новых приложений могут преобразовать земледелие и оказать на него положительное влияние.

За счет использования цифровых технологий объем сельскохозяйственных данных растет в геометрической прогрессии. Достижения в области управления, обработки и анализа полученных данных для поддержки принятия решений в земледелии делают его более ориентированным на данные. Данные, используемые в земледелии, обычно содержат информацию об условиях и действиях на территории пространственного объекта землепользования, которая поступает из различных источников. В то же время большинство инструментов, программное обеспечение и приложения для цифрового земледелия, применяемые для поддержки принятия решений, являются проприетарными и работают с

собственными форматами и стандартами данных. Кроме того, различные потребности и интересы потребителей привели к проблемам, связанным с их использованием.

Чтобы решить эти проблемы, необходимы соответствующие приложения для управления данными, которые не только предоставляют функции для их хранения и обработки, но и обеспечивают надлежащее управление ими. В мировой практике для управления данными в последнее время развиваются принципы FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) [1]. Эти принципы направлены на то, чтобы сделать данные доступными для поиска, использования, взаимодействия и повторного применения. Еще одним перспективным направлением по работе с данными является использование парадигмы искусственного интеллекта (ИИ), ориентированного на данные [2]. Эта парадигма предполагает смещение акцента с оптимизации моделей на повышение качества данных, что способствует разработке надежных решений. Искусственный интеллект, ориентированный на данные, применяется в таких областях, как мониторинг урожая, выявление болезней, вредителей и сорняков, оценка качества почвы и др. Для решения этих задач используются модели генеративного ИИ, способствующие увеличению объема за счет создания синтетических наборов данных, а также повышению их качества.

Для обеспечения эффективности работы, автоматизации и высокой производительности цифровых систем различные типы данных собираются с помощью разных датчиков, хранятся в системах больших данных и обрабатываются с использованием методов ИИ. Чтобы справиться со сложностью работы с большими данными, при проектировании этих систем необходимо учитывать множество различных аспектов. В настоящее время для решения этих задач разрабатываются эталонные архитектуры управления данными [3]. Эталонная архитектура управления данными – это абстрактное представление системы, отражающее ее структуру на высоком уровне [4]. Разработка эталонных архитектур необходима в связи с тем, что существуют различные системы с разными форматами данных, соответствующие множеству различных стандартов. Данные обычно распределяются по эксклюзивным и изолированным системам хранения данных в цифровых экосистемах поставщиков. Кроме того, отсутствует или практически отсутствует семантическая совместимость, т.е. способность приложений обмениваться данными с общим смыслом, что приводит к повышению затрат на коммуникацию и координацию. Практической реализацией эталонной архитектуры управления данными является платформенный подход. Концепция платформенного подхода управления данными была изложена нами в [5], здесь мы кратко осветим некоторые частные вопросы по работе с данными.

Работа с данными состоит из трех основных категорий: сбор данных из различных источников (получение данных), обработка данных для повышения их ценности для потребителей (анализ) и сохранение данных (хранение). Данные необходимо загрузить на платформу данных для дальнейшей обработки и хранения. Этот процесс называется извлечение, преобразование и загрузка в традиционных архитектурах хранилищ данных. Такие архитектуры имеют заранее заданную схему данных, и данные загружаются на основе этой схемы. Загрузка данных – это процесс передачи данных от поставщиков на платформу для дальнейшей обработки. Общий термин для таких процессов – получение данных. Данные могут собираться партиями через регулярные промежутки времени или в режиме реального времени (или почти в режиме реального времени) в виде потоков. Компонент, собирающий потоки данных, должен быть способен обрабатывать данные с высокой скоростью.

Извлечение информации предназначено для получения полезной информации из неструктурированных и полуструктурированных данных. Неструктурированные и полуструктурированные данные могут включать таблицы, текст на естественном языке, изображения, аудио и видео. Задачи, выполняемые в рамках извлечения информации, включают классификацию, распознавание именованных сущностей, извлечение связей и

структуры. Распознавание именованных сущностей направлено на их выявление и классификацию в данных по заранее заданным категориям. Например, местоположение, название сельскохозяйственных культур, типы почв, название болезней сельскохозяйственных культур, вредителей, сорняков, пестицидов, удобрений и др. Извлечение связей – это задача обнаружения и классификации заранее заданных типов ассоциаций между распознанными объектами. Например, можно извлечь связи между болезнями сельскохозяйственных культур и их местоположением. Подфункции для извлечения информации могут быть расширены в зависимости от требований конкретной области.

Управление качеством данных подразумевает решение проблем с качеством данных, которые могут возникать по нескольким причинам. Данные могут быть неполными, неверными, непригодными для использования или избыточными. Чтобы решить эти основные проблемы с качеством данных, можно дополнить недостающие данные, исправить неверные данные, преобразовать непригодные для использования данные и очистить избыточные данные.

Как правило, платформы управления данными получают данные из нескольких источников, которые обычно различаются по моделям, схемам и семантике данных. Интеграция данных направлена на объединение разнородных данных и единого представления о них. Одним из методов интеграции данных является сопоставление схем, которое подразумевает преобразование схем данных из нескольких источников в одну глобальную общую схему.

Данные анализируются для получения от них какой-либо ценности. Результаты анализа могут дать пользователям представление о происходящем и стать промежуточным результатом для дальнейшей обработки. Поточковый анализ включает в себя своевременную обработку поступающих данных и генерирует необходимые результаты. Например, система мониторинга окружающей среды может обрабатывать необработанные данные, поступающие от сенсорных сетей, для выявления критических случаев. Напротив, пакетный анализ проводится на основе статических наборов данных. Для более глубокого анализа можно использовать интеллектуальный анализ данных и машинное обучение, в том числе алгоритмы глубокого обучения.

Хранилище данных – это функция, поддерживающая другие функции и обеспечивающая временное и постоянное хранение данных. Для управления растущим объемом, скоростью и разнообразием данных создаются различные типы хранилищ данных. Функция хранилища включает в себя различные системы управления базами данных (например, Microsoft SQL Server, Oracle, PostgreSQL или MongoDB), реализующие различные модели данных, такие как реляционные или нереляционные (NoSQL). Для использования в моделях генеративного ИИ в последнее время получили развитие векторные базы данных, например MyScale, Likewise и др. [6].

Функция безопасности и конфиденциальности обеспечивает аутентификацию и авторизацию, отслеживание доступа и анонимизацию данных. Компоненты безопасности и конфиденциальности используются для защиты данных от несанкционированного доступа и для корректного обращения с персональными данными. На реализацию этой функции могут влиять различные стандарты и механизмы шифрования данных, рекомендации по доступу и стандарты удаленного доступа.

Управление метаданными связано с планированием, внедрением и контролем действий, обеспечивающих доступ к метаданным, а также документирования смысла данных. Эта функция в основном включает в себя возможности, связанные со сбором и интеграцией метаданных из различных источников и предоставлением стандартного способа доступа к этим метаданным.

Функция репликации управляет хранением одних и тех же данных на нескольких устройствах хранения для повышения их доступности в случае технических сбоев. Хотя

реплицированные экземпляры данных поддерживают высокую доступность, согласованность данных может стать проблемой. Функция архивирования позволяет перемещать редко используемые данные на носители с более низкой производительностью поиска. Компонент архивирования отвечает также за хранение «холодных» данных для возможного будущего использования.

Система земледелия как концепция представляет собой сложную взаимосвязанную структуру, состоящую из почвы, растений, животных, орудий труда, энергии, рабочей силы, капитала и других ресурсов, которые частично контролируются сельскохозяйственными товаропроизводителями и в разной степени подвержены влиянию политических, экономических, институциональных и социальных сил, действующих на многих уровнях. В связи с этим возникают проблемы в интерпретации собранных данных, в понимании причин изменчивости и в умении предложить эффективные стратегии управления земледелием.

К наиболее важным требованиям, предъявляемым к эталонным архитектурам управления данными, можно отнести следующие:

- необходимы автоматизированные и простые в использовании методы обработки данных. Системы должны позволять подключать и программировать новые автоматизированные методы в соответствии с заданными пользователем требованиями;
- должна быть предусмотрена возможность внедрения экспертных знаний (например, знаний, основанных на правилах). Это может дать возможность адаптироваться к местным условиям и учесть опыт, практику и предпочтения пользователей;
- необходима поддержка простой и удобной интеграции и взаимодействия с другими программными пакетами (в том числе с пакетами для моделирования), другими источниками данных (например, метеорологическими данными) локально или удаленно через Интернет с использованием открытых стандартов данных, интерфейсов и протоколов;
- необходим простой пользовательский интерфейс, позволяющий настраиваться под разные профили пользователей. Удобный пользовательский интерфейс особенно важен для тех, кто не имеет опыта работы с программными приложениями.

Еще один важный момент в пользу открытого, хорошо структурированного решения заключается в том, что в практике цифрового земледелия все еще много неопределенностей, которые являются предметом текущих исследований. Как следствие, в ближайшем будущем в информационные системы, возможно, придется внедрять новые методы и технологии обработки данных, по мере их появления и подтверждения в ходе экспериментов. При разработке структур управления данными необходимо предусмотреть поддержку этих методов и технологий.

Список литературы

1. Huerta E.A., Blaiszik B., Brinson L.C. et al. FAIR for AI: An interdisciplinary and international community building perspective // *Scientific data*. – 2023. – Vol. 10. – No. 1. – P. 487.
2. Benfenati D., Amalfitano D., Russo C. et al. Data centric Artificial Intelligence for agrifood domain: a systematic mapping study // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2025. – Vol. 239. – P. 110847.
3. Krisnawijaya N.N.K., Tekinerdogan B., Catal C. et al. Reference architecture design for developing data management systems in smart farming // *Ecological Informatics*. – 2024. – Vol. 81. – P. 102613.
4. Falcão R., Matar R., Rauch B. et al. A reference architecture for enabling interoperability and data sovereignty in the agricultural data space // *Information*. – 2023. – Vol. 14. – No. 3. – P. 197.
5. Каличкин В.К., Донченко А.С., Голохваст К.С. Платформенный подход к обработке данных мониторинга и полевых опытов СФНЦА РАН для реализации цифрового

земледелия // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55. – № 11. – С. 5–21.

6. Pan J.J., Wang J., Li G. Survey of vector database management systems // arXiv preprint arXiv: 2310.14021. – 2023. – P. 1–25 (<https://arxiv.org/pdf/2310.14021>).

<https://doi.org/10.26898/2026-360>
УДК 631.9:004.048

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Крылова О.С., аспирант, м.н.с.

Научный руководитель – Каличкин В.К., д-р с.-х. наук, проф.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

e-mail: krylovaos@sfscs.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования по прогнозированию урожайности сортов ярового ячменя методами машинного зрения с использованием сверточных нейронных сетей различных архитектур. Входными данными для нейронных сетей были наземные цифровые снимки 70 сортов ячменя ярового разных групп спелости, снимки сделаны мобильным устройством 25 июля 2025 г. на опытном поле СибНИИРС – филиала ФИЦ ИЦиГ СО РАН. Фактическая урожайность сортов ячменя составила от 130 до 870 г/м²; среднее значение урожайности $X_{\text{ср}} = 609 \text{ г/м}^2$, стандартное отклонение $\sigma = 148,2 \text{ г/м}^2$. Все сорта были разделены на 6 классов в зависимости от урожайности с интервалом $\frac{1}{2}$ стандартного отклонения. Проведено сравнение точности прогнозирования трех архитектур предобученных сверточных нейронных сетей: AlexNet, ResNet-101 и EfficientNet. Лучшие результаты показала модель EfficientNet, точность которой составила 98,6 %. Таким образом, разработанный подход позволяет прогнозировать урожайность ярового ячменя за месяц до уборки урожая с точностью 98,6% в интервале урожайности $X \pm 37 \text{ г/м}^2$.

Ключевые слова: прогнозирование урожайности, сорта, яровой ячмень, машинное зрение, сверточные нейронные сети, классификация изображений

Введение. Урожайность является важнейшим показателем эффективности растениеводства. Точное прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур позволяет принимать обоснованные экономические и агротехнические решения в хозяйстве. Поэтому задача прогнозирования урожайности всегда была актуальной для агрономов и земледельцев. Во второй половине XX – начале XXI в. были разработаны различные научные подходы по прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур, преимущественно основанные на статистических методах [1] или динамическом моделировании продукционного процесса [2]. С появлением машинного обучения (МО) и искусственных нейронных сетей (ИНС) начался новый этап развития методов прогнозирования, основанный на анализе временных рядов урожайности и метеорологических условий, а также на основе расчета вегетационных индексов, таких как NDVI, NDWI, LAI и т.д. Обзор методов прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур с помощью МО и ИНС можно найти в статье А. Ойкономидиса [3].

Прогнозирование урожайности методами машинного зрения обычно производится с помощью сверточных нейронных сетей (CNN) на основе анализа спутниковых

изображений [4] или снимков с БПЛА [5]. Методы компьютерного зрения также используют для оценки урожайности путем подсчета плодов на фруктовых деревьях [6]. В настоящем исследовании впервые показана возможность прогнозирования урожайности зерновых культур на основе наземных фотографий растений на поле, полученных с помощью мобильного устройства приблизительно за месяц до уборки урожая. Простота данного подхода позволяет применять его человеку без специальной подготовки, для этого необходимо только мобильное устройство с цифровой камерой и выходом в Интернет.

В целях выбора архитектур нейронных сетей для настоящего исследования был проведен анализ работ по сравнению точности классификации изображений различными нейронными сетями. В 2012 г. Алекс Крижевский разработал архитектуру сверточной нейронной сети AlexNet, которая произвела революцию в области компьютерного зрения и заложила основу для дальнейших исследований сверточных нейронных сетей. Эксперт по машинному обучению в IT-компании Lad M.B. Утробин опубликовал результаты исследования по сравнению 400 архитектур предобученных нейронных сетей из 15 групп для задачи классификации. Лучшие результаты в данном исследовании продемонстрировали сверточные сети из групп ResNet, EfficientNet, MobileNet и визуальные трансформеры (ViT) [7]. По результатам исследования О.С. Сикорского наибольшую точность в задаче классификации изображений показали сети ResNet-151 и Inception-ResNet [8].

Цель исследования – разработка подхода для прогнозирования урожайности разных сортов ярового ячменя по наземным цифровым снимкам с помощью методов машинного зрения.

Материалы и методы. Материалом для исследований являются 70 сортов ячменя ярового, районированных по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам РФ. 18 сортов относятся к группе раннеспелых, 29 – к группе среднеранних и 23 – к группе среднеспелых. Исследования проводили в демонстрационном питомнике СибНИИРС – филиала ФИЦ ИЦиГ СО РАН. Агротехника общепринятая для данной зоны и одинаковая для всех вариантов опыта. Площадь делянки 1 м², предшественник – чистый пар, повторность однократная согласно методике ВИР [9]. Норма высева – 550 всхожих семян на 1 м². Срок посева – 7 мая 2025 г. Уборка урожая производилась 21 августа 2025 г.

Опытный участок расположен в р.п. Краснообск Новосибирского района Новосибирской области, в лесостепной почвенно-климатической зоне. Основной тип почв – черноземы выщелоченные среднесиловатые среднегумусные. Климат района – умеренно теплый, умеренно увлажненный. Метеорологические условия вегетационного периода 2025 г. по данным ГМС «Огурцово» были теплыми и достаточно увлажненными: среднемесячная температура воздуха в мае и июне превышала среднесиловую норму на 1,5 и 3,8 °С соответственно, в июле и августе температура была близкой к норме; количество осадков в мае и июне было незначительно выше среднесиловатой нормы, в июле выпало 93 % осадков от нормы, в августе – 116 %. Таким образом, метеорологические условия вегетационного периода 2025 г. были благоприятными для роста и развития ярового ячменя.

Исходные данные для обучения нейронных сетей и прогнозирования урожайности были получены с помощью фотосъемки посевов ячменя на опытном поле с помощью мобильного устройства Xiaomi. Съемку производили с расстояния 0,8–1,0 м от растений. Дата съемки – 25 июля 2025 г., когда растения находились в фазе восковой спелости.

Предварительная обработка данных осуществлялась с помощью стандартных библиотек Python и включала приведение изображений к единому размеру 224x224 пикселя, который подается на вход нейронных сетей, а также нормализацию цветовых каналов и аугментацию данных (зеркальные отображения и повороты на произвольный угол).

Изображения сортов ячменя были разделены на 6 классов в зависимости от урожайности с интервалом 1/2 стандартного отклонения, которое было рассчитано на основе статистического анализа. Фактическая урожайность сортов ячменя в 2025 г. составила от 130 до 870 г/м²; размах вариации урожайности – 740 г/м². Среднее значение урожайности

$X_{cp} = 609 \text{ г/м}^2$, стандартное отклонение $\sigma = 148,2 \text{ г/м}^2$. Каждое изображение было отнесено к одному из шести классов: к 1-му классу с низкой урожайностью отнесены сорта с урожайностью ниже, чем $X_{cp} - \sigma$, т.е. ниже 461 г/м^2 ; ко 2-му классу – с урожайностью «ниже средней» – от $X_{cp} - 0,5\sigma$ до $X_{cp} - \sigma$, т.е. от 461 до 534 г/м^2 ; средне-низкая урожайность – 3-й класс (от X_{cp} до $X_{cp} - 0,5\sigma$) или от 535 до 609 г/м^2 ; средне-высокая урожайность – 4-й класс (от X_{cp} до $X_{cp} + 0,5\sigma$) или от 609 до 683 г/м^2 ; к 5-му классу отнесены сорта с урожайностью «выше средней» – от $X_{cp} + 0,5\sigma$ до $X_{cp} + \sigma$, т.е. от 684 до 757 г/м^2 ; к 6-му классу «высокая урожайность» отнесены сорта с урожайностью выше, чем $X_{cp} + \sigma$, т.е. выше 757 г/м^2 .

Фотографии ячменя всех сортов были распределены по соответствующим классам, разметка данных производилась вручную. Так как в разные классы попало неодинаковое количество сортов, набор данных получился с несбалансированными классами. Для выравнивания баланса классов была произведена аугментация данных.

Затем осуществили построение моделей и обучение нейронных сетей. Для более быстрого и эффективного обучения моделей, а также из-за небольшого количества обучающих данных в настоящем исследовании применяли трансферное обучение (transfer learning). Проводили сравнение точности прогнозирования трех архитектур предобученных сверточных нейронных сетей: AlexNet, ResNet-101 и EfficientNet. Для реализации решения использовали облачный сервис Google Colab и фреймворк глубокого обучения PyTorch. Все представленные предобученные архитектуры сетей брались из библиотеки Torchvision. На выходе нейронная сеть определяла класс, к которому относится изображение.

Разделение на обучающую и тестовую выборки производилось в отношении 80:20. Обучение моделей проводили на протяжении 20 эпох, скорость обучения (Learning Rate) составляла 10^{-3} . В качестве метрики качества работы алгоритмов использовалась доля правильных ответов в процентах (ассурасу). Валидацию алгоритма проводили на 10% данных, которые были предварительно удалены из обучающего набора данных.

Результаты. Результаты показали значительные различия в точности работы моделей (см. таблицу). Лучшие результаты показала архитектура EfficientNet, которая достигла точности (ассурасу) на тестовой выборке 98,1%. На валидационной выборке точность составила 98,6%. т.е. из 140 изображений валидационной выборки нейронная сеть правильно классифицировала 138 изображений и допустила 2 ошибки.

Точность классификации моделей (assurasy), %

Модель	Тестовая выборка	Валидационная выборка
AlexNet	76,4	82,2
ResNet-101	92,5	94,3
EfficientNet	98,1	98,6

Точность модели AlexNet на тестовой выборке составила 72,4%, на валидационной выборке – 82,2% (25 ошибок из 140 изображений). Точность модели ResNet-101 на тестовой выборке составила 92,5%, на валидационной выборке – 94,3% (8 ошибок из 140 изображений). Таким образом, разница между точностью классификации на тестовой и валидационной выборке составляет у разных моделей от 0,5 до 5,8%.

Выводы. Разработанный подход с помощью машинного зрения позволяет прогнозировать урожайность ярового ячменя за месяц до уборки урожая. Наиболее высокие показатели продемонстрировала предобученная сверточная нейронная сеть EfficientNet, точность прогноза которой составила 98,6% в интервале урожайности $X \pm 37 \text{ г/м}^2$.

Список литературы

1. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.

2. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб., 2006. – 392 с.
3. Oikonomidis A., Catal C., Kassahun A. Deep learning for crop yield prediction: a systematic literature review // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. – 2023. – Vol. 51. – No.34 (4). – P. 383–390. DOI: 10.7848/ksgpc.2016.34.4.383.
4. Kim N., Lee Y.W. Machine learning approaches to corn yield estimation using satellite images and climate data: a case of Iowa State // Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography. – 2016. – Vol. 34. – No. 4. – P. 383–390. – DOI: 10.7848/ksgpc.2016.34.4.383.
5. Soybean yield prediction from UAV using multimodal data fusion and deep learning / M. Maimaitijiang, V. Sagan, P. Sidike et al. // Remote Sensing of Environment. – 2020. – Vol. 237. – Art. 111599. DOI: 10.1016/j.rse.2019.111599.
6. Hani N., Roy P., Isler V. A comparative study of fruit detection and counting methods for yield mapping in apple orchards // Journal of Field Robotics. – 2020. – Vol. 37. – No. 2. – P. 263–282. DOI: 10.1002/rob.21902.
7. Утробин М.В. Большое сравнение 400 нейронных сетей для задачи классификации на более 8000 классов // Хабр. – 2021. – 10 окт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/666314/> (дата обращения: 24.02.2026).
8. Сикорский О.С. Обзор свёрточных нейронных сетей для задачи классификации изображений // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2017. – № 20. – С. 37-42.
9. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – СПб.: ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2012. – 63 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-361>
УДК 681.2.082:631.17:681.2.082

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ДАННЫХ ПРИ ФЕНОТИПИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Молнер В.С.¹, аспирант,
Алейников А.Ф.^{1,2}, д-р техн. наук, проф.

¹Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: fti2009@yandex.ru

Аннотация. Показано, что наземные мобильные платформы фенотипирования растений позволяют адаптироваться к разнообразным условиям внешней среды. Они обеспечивают сбор данных с высоким разрешением непосредственно в зоне роста растений. Выделены базовые задачи при фенотипировании растений на базе наземной платформы, а именно: оценка морфологических признаков растений; биотических и биотических стрессов. Описаны преимущества и недостатки алгоритмических подходов на основе методов: машинного, глубокого и трансферного обучения. Сделан акцент на интегрированные решения, в которых используются методы технического зрения в сочетании с устойчивыми архитектурами глубоких нейронных сетей. Установлено, что основные вызовы при определении фенотипа связаны не столько с развитием сенсорных технологий, сколько с задачами алгоритмической обработки и интеграции разнородных данных.

Ключевые слова: растение, фенотип, методы, теплица, техническое зрение, алгоритм

В настоящее время используются множество полевых технологических систем при определении фенотипа растений, из которых можно выделить системы, построенные на воздушных и наземных платформах [1–3]. Использование наземных платформ имеет существенные преимущества по сравнению с применением воздушных платформ при определении фенотипа растений [2]. Наземные платформы способны нести более сложное и тяжелое оборудование, чем воздушные платформы, и представлять исследователю данные с более высоким разрешением и качеством. А значит, полученные данные позволяют с большей точностью определять фенотип исследуемой культуры растения [2].

Традиционные методы фенотипирования, основанные на визуальной оценке и применения традиционных средств измерений, обладают рядом существенных ограничений [3]. Они отличаются высокой трудоёмкостью, низкой воспроизводимостью и субъективностью, что особенно критично при работе с большими популяциями растений или при необходимости длительного мониторинга их динамики роста и развития. Эти ограничения обусловили переход к автоматизированным и высокопроизводительным системам фенотипирования (High-Throughput Plant Phenotyping, HTPP), которые используют сенсорные технологии, методы компьютерного зрения и алгоритмы машинного обучения для масштабного и объективного сбора фенотипических данных [4-6].

Алгоритмическая обработка данных является ключевым компонентом систем автоматического фенотипирования, поскольку именно на этом этапе осуществляется извлечение количественных признаков и формирование интерпретируемых показателей состояния растений. В зависимости от используемых методов можно выделить несколько основных подходов, отличающихся степенью автоматизации, универсальностью и вычислительной сложностью.

Ранние подходы к автоматизированной оценке фенотипа растений осуществлялись на методах классического технического зрения и традиционного машинного обучения [3, 4]. В таких системах ключевым этапом являлось ручное или полуавтоматическое извлечение признаков, включая цветовые гистограммы, текстурные характеристики, геометрические параметры и вегетационные индексы. Полученные признаки использовались в качестве входных данных для алгоритмов классификации и регрессии, таких как метод опорных векторов (SVM), случайные леса (Random Forest) и линейный дискриминантный анализ (LDA). Преимуществами данного подхода являются относительная простота реализации, интерпретируемость моделей и невысокие требования к вычислительным ресурсам. Однако такие методы эффективно работают лишь для узкоспециализированных задач и плохо масштабируются при изменении условий съёмки, видов растений или типов стрессов. Современные системы фенотипирования всё чаще опираются на методы глубокого обучения, в первую очередь на сверточные нейронные сети (CNN), которые способны автоматически извлекать информативные признаки непосредственно из изображений. CNN успешно применяются для задач классификации состояния растений, распознавания отдельных органов, сегментации листьев и поражённых областей [3-6]. В литературе широко представлены устойчивые архитектуры, такие как ResNet, YOLO и Mask R-CNN, которые демонстрируют высокую точность и надёжность при анализе фенотипических данных [4-6]. Консенсус в научном сообществе заключается в том, что методы глубокого обучения превосходят классические подходы по точности, адаптивности и способности обрабатывать сложные сцены с высокой вариабельностью внешних условий. Это делает их особенно привлекательными для применения в тепличных условиях с плотной посадкой растений и сложной геометрией объектов.

Одним из ключевых ограничений при применении глубокого обучения в задачах фенотипирования растений является необходимость в больших размеченных наборах данных [4, 5]. Сбор и аннотирование изображений в тепличных условиях требует значительных временных и трудовых ресурсов, а также привлечения экспертов. В этой связи всё большее

внимание уделяется методу переноса обучения (transfer learning), позволяющему использовать знания, полученные моделью в одной задаче, для ускоренного обучения в другой, где объём данных ограничен. Несмотря на существующее разнообразие аппаратных и алгоритмических решений, основная цель фенотипирования растений заключается в получении биологически интерпретируемых признаков, отражающих состояние, развитие и продуктивность растений [4, 5]. В зависимости от исследовательских задач и используемых данных можно выделить несколько основных направлений фенотипического анализа, каждое из которых предъявляет собственные требования к сенсорам и алгоритмам обработки.

Одной из базовых задач фенотипирования является оценка морфологических признаков растений. К ним относятся высота растения, площадь листовой поверхности, объём и проекционная площадь кроны, а также косвенные показатели биомассы. Эти параметры широко применяются в селекционных исследованиях и при мониторинге роста растений. В автоматизированных системах морфологические признаки извлекаются на основе анализа двумерных изображений, данных глубины или их комбинации с использованием методов сегментации и реконструкции формы растений [3].

Другим важным направлением является выявление стрессовых состояний и болезней растений. К числу анализируемых факторов относятся водный и температурный стресс, дефицит питательных веществ, а также поражения болезнями и вредителями [1]. Для решения данных задач используются как визуальные признаки, проявляющиеся в изменении цвета и текстуры листьев, так и данные спектральных и тепловых сенсоров, позволяющие обнаруживать физиологические изменения на ранних стадиях.

Алгоритмы машинного и глубокого обучения играют ключевую роль в классификации и локализации стрессовых состояний, особенно в условиях высокой вариативности внешних проявлений.

Отдельное внимание в современных исследованиях уделяется динамическому анализу параметров роста и развития растений. В отличие от разовых измерений, такой подход предполагает многократный сбор данных во времени и позволяет отслеживать траектории роста, скорость изменения морфологических признаков и реакцию растений на изменение условий среды. Динамическое фенотипирование растений предъявляет повышенные требования к стабильности сенсорных систем, точности позиционирования платформ и воспроизводимости алгоритмов обработки данных.

Сравнительный анализ существующих систем фенотипирования позволяет выявить основные тенденции и определить наиболее перспективные направления дальнейших исследований. С точки зрения аппаратной реализации стационарные платформы обеспечивают высокую точность и воспроизводимость измерений, однако уступают мобильным системам по гибкости и экономической эффективности.

Наземные мобильные платформы, в свою очередь, позволяют адаптироваться к различным условиям теплиц и обеспечивают сбор данных с высокого пространственного разрешения непосредственно в зоне роста растений [4]. При сравнении сенсорных решений простые RGB-системы выигрывают за счёт низкой стоимости и простоты интеграции, однако обладают ограниченной информативностью при анализе физиологических процессов. Мультимодальные системы, объединяющие визуальные, спектральные и глубинные данные, предоставляют более полное описание состояния растений, но требуют сложной архитектуры и продвинутых алгоритмов обработки.

Алгоритмический уровень также характеризуется чёткой эволюцией подходов. Классические методы машинного обучения эффективны в ограниченных и хорошо формализованных задачах, но не обеспечивают необходимой универсальности. Методы глубокого обучения стали доминирующим инструментом в современных системах фенотипирования благодаря высокой точности и способности адаптироваться к сложным сценам. Foundation-модели и prompt-based подходы демонстрируют значительный

потенциал, однако пока остаются ограниченными из-за вычислительной сложности и недостаточной изученности их поведения в аграрных задачах [3, 5, 6].

Выводы. Анализ данных показывает, что наибольший практический интерес представляют интегрированные решения, в которых используются RGB или RGB-D сенсоры в сочетании с устойчивыми архитектурами глубоких нейронных сетей, обеспечивающими баланс между точностью фенотипической оценки и вычислительной сложностью. Наиболее перспективным направлением являются интегрированные системы автоматического фенотипирования, реализованные на базе наземных мобильных платформ и использующие RGB и RGB-D сенсоры в сочетании с алгоритмами глубокого обучения. Такие решения обеспечивают сбалансированное сочетание точности, гибкости и практической применимости в условиях тепличного выращивания растений.

Проведённый обзор показывает, что в области автоматического фенотипирования растений сформирован устойчивый набор аппаратных и алгоритмических решений, включающий сенсорные системы различного типа и методы машинного и глубокого обучения для анализа фенотипических данных. Современные исследования демонстрируют высокую эффективность автоматизированных подходов по сравнению с традиционными методами, особенно при работе с большими объёмами данных.

Наземные мобильные платформы для фенотипирования растений в теплицах представляют собой активно развивающееся и перспективное направление, обеспечивающее баланс между качеством данных, гибкостью системы и экономической целесообразностью. Их использование позволяет проводить детальный мониторинг состояния растений непосредственно в зоне роста и адаптировать разрабатываемую систему определения фенотипа под различные условия выращивания.

Основные вызовы на текущем этапе связаны не столько с развитием сенсорных технологий, сколько с задачами алгоритмической обработки и интеграции разнородных данных. Вопросы переносимости моделей, обработки данных в реальном времени и интерпретируемости результатов остаются ключевыми ограничениями для широкого практического внедрения существующих решений.

В этой связи разработка специализированного программного комплекса для определения фенотипа растений, выращиваемых в теплице, на базе наземной мобильной платформы является актуальной и научно обоснованной задачей, соответствующей современному уровню развития исследований в данной области.

Список литературы

1. Singh A., Jones S., Ganapathysubramanian B., Sarkar S., Mueller D., Sandhu K., Nagasubramanian K. Challenges and opportunities in machineaugmented plant stress phenotyping // *Trends Plant Science*. – 2021. – Vol. 26. – P. 53–69. DOI: 10.1016/j.tplants.2020.07.010.
2. Antonucci F., Costa C., Figorilli S., Ortenzi L., Manganiello R., Santangelo E., Gierz L., Pallottino F. A Low-Cost Sensorized Vehicle for In-Field Crop Phenotyping // *Applied Sciences*. – 2023. – Vol. 13 (4). – P. 2436. DOI: 10.3390/app13042436.
3. Li L., Zhang Q., Huang D. A review of imaging techniques for plant phenotyping // *Sensors*. – 2014. – Vol. 14. – P. 20078–20111.
4. Abebe A. M., Kim Y., Kim J., Kim S.L., Baek J. Image-Based High-Throughput Phenotyping in Horticultural Crops // *Plants*. – 2023. – Vol. 12 (10) – P. 2061. DOI: 10.3390/plants12102061.
5. Ding W., Abdel-Basset M., Alrashdi I., Hawas H. Next generation of computer vision for plant dis-ease monitoring in precision agriculture: A contemporary survey, taxonomy, experiments, and future direction // *Information Sciences*. – 2024. – Vol. 665. – P. 120338. DOI: 10.1016/j.ins.2024.120338.

6. Wang R.-F., Qu H.-R., Su W.-H. From sensors to insights: Technological trends in image-based high-throughput plant phenotyping // Smart Agricultural Technology. – 2025. – Vol. 12. – P. 1257.

<https://doi.org/10.26898/2026-362>
УДК 528.88:613.41

ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ ВСХОДОВ КУКУРУЗЫ И ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОЙ ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕЙ: ИНТЕГРАЦИЯ КЛАССИЧЕСКОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА RGB-ИЗОБРАЖЕНИЙ С БПЛА

**Пестунов И.А., канд. физ.-мат. наук, доцент,
Калашников Р.А.**

Федеральный исследовательский центр информационных технологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: pestunov@ict.nsc.ru

Аннотация. Оптимизация густоты стояния растений – необходимое условие эффективного возделывания пропашных культур. В статье рассматривается задача автоматизации подсчета всходов подсолнечника и кукурузы в условиях высокой засоренности полей по RGB-изображениям с БПЛА. Предложен гибридный подход, интегрирующий глубокое обучение (DeepLabv3+, ResNet-101, YOLOv8) и классические методы компьютерного зрения для идентификации культурных растений и картирования сорняков. Экспериментально подтверждена высокая точность и помехоустойчивость разработанных методов, позволяющая использовать их в реальных производственных условиях.

Ключевые слова: RGB-изображения, БПЛА, всходы подсолнечника и кукурузы, подсчет растений, гибридный подход, DeepLabv3+, ResNet-101, YOLOv8, обнаружение сорняков

Введение. Густота стояния растений – ключевой агротехнический параметр, напрямую влияющий на формирование урожая. Для стратегически важных в Российской Федерации культур – кукурузы и подсолнечника – этот показатель, определяемый подсчетом растений, служит основой для прогнозирования урожайности и принятия оперативных решений о пересеве. Это позволяет минимизировать потери. Традиционные методы оценки густоты стояния, основанные на ручном подсчете растений на пробных площадках, отличаются высокой трудоемкостью, субъективностью и недостаточной репрезентативностью при масштабировании. Активное развитие БПЛА, оснащенных RGB-камерами, в сочетании с прогрессом в области компьютерного зрения и глубокого обучения, открывает новые перспективы для решения этой задачи. Однако автоматизация подсчета растений в условиях сильной засоренности полей и частичной окклюзии контуров растений сопряжена с рядом трудностей, требующих разработки специализированных гибридных методов, сочетающих преимущества современных нейросетевых моделей и классических алгоритмов компьютерного зрения [1, 2].

Объекты исследований и исходные данные. Исследования проводились с 2022 по 2025 г. на землях сельскохозяйственного назначения в Алейском и Поспелихинском районах Алтайского края. В качестве объектов были выбраны опытные поля площадью 100 га каждое, выделенные из хозяйств ООО «Золотая осень» и СПК «Знамя Родины». На полях

использовались разные технологии возделывания: классическая плоскорезная обработка (ООО «Золотая осень») и система No-Till (СПК «Знамя Родины»).

Для обработки кукурузы использовались данные, включающие 1454 RGB-изображения с разрешением 5472×3648 пикселей, полученные с помощью 20-мегапиксельной цифровой камеры, установленной на беспилотный летательный аппарат DJI Phantom 4 Pro V2.0. Съемка выполнялась компанией ООО «Беспилотные технологии» в фазу развития всходов кукурузы, соответствующую стадии трех-пяти листьев. Высота полета составляла 10 м, что обеспечило пространственное разрешение 0,3 см на пиксель. Для обработки подсолнечника использовались исходные данные, включающие 3000 RGB-изображений с разрешением 5472×3648 пикселей, полученные с помощью той же камеры и БПЛА.

На основе полученных изображений было создано 13 ортофотопланов для кукурузы и 19 ортофотопланов для подсолнечника с типичными размерами 12000×12000 пикселей с помощью программного обеспечения Pix4Dmapper. В дальнейшем все этапы обработки данных выполнялись с использованием фрагментов указанных ортофотопланов. Примеры фрагментов исходных изображений полей представлены на рис. 1.

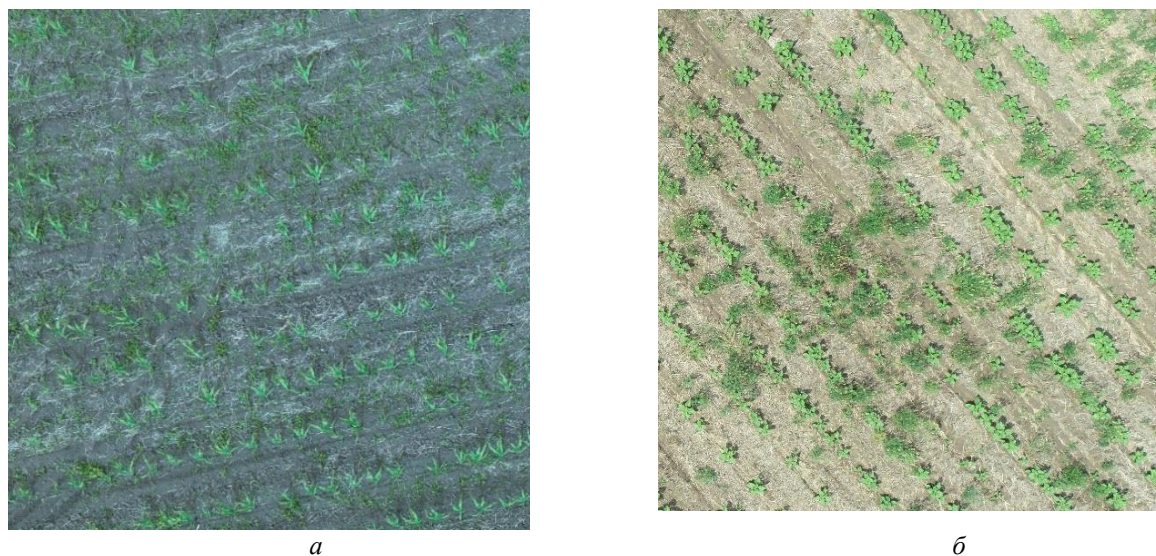


Рис. 1. Примеры фрагментов исходных изображений кукурузы (а) и подсолнечника (б)

Описание предлагаемых методов для автоматического подсчета всходов.

Предложенные методы основаны на гибридном подходе, интегрирующем современные архитектуры сверточных нейронных сетей и классические методы компьютерного зрения. Несмотря на общую концептуальную схожесть, последовательности обработки для кукурузы и подсолнечника имеют существенные различия, обусловленные особенностями морфологии и габитуса этих культур.

Метод обработки изображений кукурузы включает следующие этапы [3]. На первом этапе выполняется семантическая сегментация RGB-изображений для построения бинарных масок всходов кукурузы с использованием сверточной нейронной сети DeepLabV3+ с энкодером ResNet-101, предобученным на датасете ImageNet. Сегментация производится по двум классам (кукуруза и фон). Для обучения модели использовались размеченные фрагменты размером 512×512 пикселей, сформированные из ортофотопланов. Применялись методы аугментации данных, включающие поворот изображений, масштабирование, изменение яркости и контрастности для моделирования различных погодных условий. Модель DeepLabV3+ показала наилучшие результаты на тестовой выборке с метриками: Accuracy – 0,9911, Precision – 0,7658, Recall – 0,8828, F1-score – 0,8201, mIoU – 0,6951.

На втором этапе выполняется постобработка результатов сегментации, включающая удаление мелких шумовых объектов на основе фильтрации по длине контуров растений. Для этого была собрана статистика по длине контуров всходов кукурузы, после чего эмпирически был выбран порог длины, ниже которого объекты исключались из сегментационной карты.

Третий этап предусматривает выполнение скелетизации сегментированных областей с использованием алгоритма Ли и построение графовых представлений для каждого скелета, соответствующего индивидуальным или сгруппированным всходам. Скелетизация преобразует бинарное изображение в топологически эквивалентное структурное представление с минимальной шириной, сохраняя форму и топологию исходных всходов кукурузы. Для анализа структуры растения учитываются концевые ребра и ребра-перекрестки, которые наиболее информативны для описания топологии всходов.

На четвертом этапе формируются дескриптивные признаки для построенных графовых представлений, отражающие геометрические и топологические свойства каждого объекта.

На завершающем этапе выполняется классификация объектов по количеству всходов на основе сформированных дескриптивных признаков с использованием методов машинного обучения (SVM, Random Forest, AdaBoost). Для обучения и тестирования использовались данные с десяти тестовых площадок (по 100 м² каждая), где было проведено точное ручное определение количества растений в кластерах. Все модели показали высокие и сопоставимые результаты. Точность подсчета количества всходов составила 97,14% для SVM, 97,13% для случайного леса и 95,67% для AdaBoost. Близкие по точности результаты, достигнутые разными по своей природе алгоритмами, подтверждают устойчивость и надежность предложенного набора признаков.

Метод обработки изображений подсолнечника [4] включает следующие этапы. На первом этапе выполняется создание маски всходов подсолнечника с использованием методов семантической сегментации изображений. Для решения задачи семантической сегментации на два класса (подсолнечник и фон) применялась сверточная нейронная сеть DeepLabv3+ с энкодером ResNet-101. Размеченные данные разделялись на обучающие фрагменты размером 256×256 пикселей. В процессе обучения модель достигла точности ~ 99% на тренировочных данных, ~ 98% на валидационной выборке и ~ 97,5% на тестовом наборе.

На втором этапе выполняется постобработка результатов семантической сегментации, включающая определение расположения рядов посадок и междурядий на основе преобразования Хафа и удаление ошибочно сегментированной сорной растительности из междурядий. Для исключения мелких шумовых объектов была собрана статистика длины контуров подсолнечника, на основе которой эмпирически определен порог длины. Кроме того, для исключения сорняков, находящихся между рядами всходов, производилось определение ориентации рядов и центральной линии ряда. Удаление сорняков из междурядий выполнялось путем определения расстояния от центральной линии ряда до «центра масс» сегмента, соответствующего сорному растению.

На третьем этапе выполняется подсчет количества экземпляров растений подсолнечника с применением сверточной нейронной сети YOLOv8x. Для обучения модели размеченные данные были преобразованы в формат разметки для задачи детекции объектов в виде ограничивающих рамок. Модель YOLOv8x показала наилучшие результаты среди различных вариантов YOLOv8 с метриками Precision – 0,970, Recall – 0,909, mAP50 – 0,956, mAP50-95 – 0,716 на тестовой выборке.

На четвертом этапе выполняется постобработка результатов детекции. Ограничивающие рамки, предсказанные моделью YOLO, накладываются на маску, полученную на этапе семантической сегментации. Если под рамкой отсутствуют пиксели маски, такая рамка удаляется. Применение данного метода постобработки значительно

повышает точность подсчета растений, позволяя удалять до 90% ложных срабатываний. Средняя точность подсчета экземпляров подсолнечника с использованием модели YOLOv8x и постобработки составила 96%.

Дополнительно для подсолнечника реализован этап построения карт сорной растительности на основе полученных карт растительности, сформированных с использованием вегетационного индекса TGI, и масок подсолнечника. Примеры результатов подсчета количества экземпляров растений кукурузы и подсолнечника представлены на рис. 2.

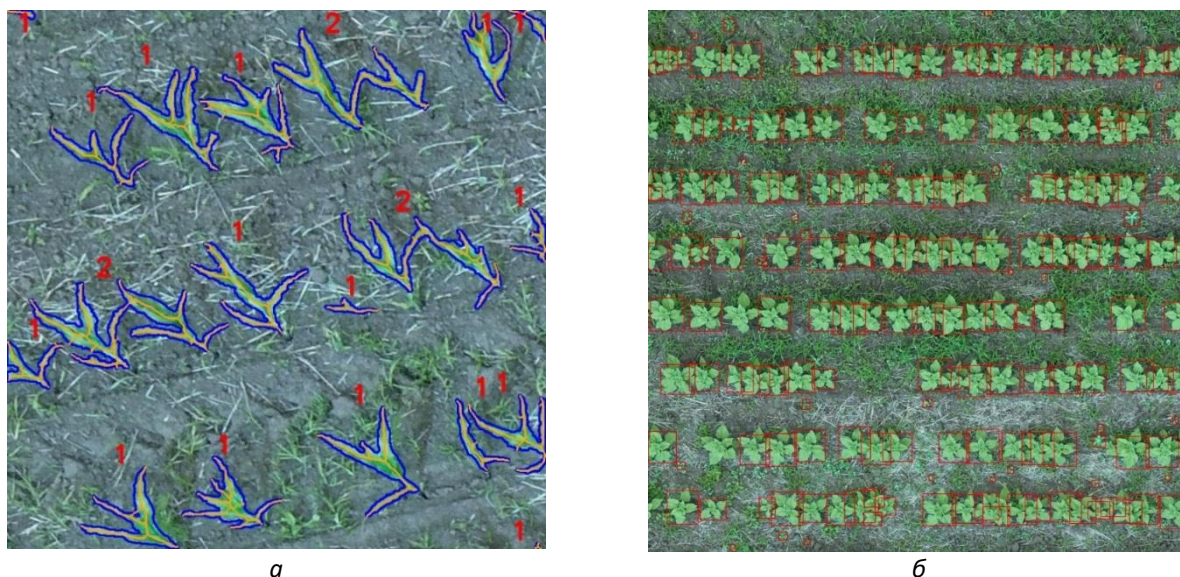


Рис. 2. Примеры подсчета растений кукурузы (а) и подсолнечника (б)

Таким образом, предложенные гибридные методы обеспечивают высокую точность автоматического подсчета всходов кукурузы (~ 97%) и подсолнечника (~ 96%) даже в условиях сильной засоренности полей и частичной окклюзии контуров растений, что подтверждает их практическую применимость для задач мониторинга посевов и применения в системах точного земледелия.

Список литературы

1. David E., Daubige G., Joudelat F. et al. Plant detection and counting from high-resolution RGB images acquired from UAVs: Comparison between deep-learning and handcrafted methods with application to maize, sugar beet, and sunflower // *BioRxiv. Preprint.* – 2023. – 23 p. – URL: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.04.27.441631v3> (дата обращения: 16.01.2026).
2. Liu S., Yin D., Feng H. et al. Estimating maize seedling number with UAV RGB images and advanced image processing methods // *Precision Agriculture.* – 2022. – No. 23, Iss. 5. – P. 1604–1632.
3. Пестунов И.А., Калашников Р.А., Мухамедиев Р.И. и др. Подсчет всходов кукурузы по RGB-изображениям с БПЛА на основе методов компьютерного зрения и глубокого обучения в условиях значительной засоренности и частичной окклюзии // *Автометрия.* – 2026. – № 1. – С. 5-15.
4. Pestunov I.A., Kalashnikov R.A., Ovcharova N.V. et al. Sunflower seedling counting and weed detection by deep learning on unmanned aerial vehicle captured RGB images // *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing.* – 2025. – No. 4. – P. 430–440.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Рыжаков Н.В., студент,
Левадний З.А., студент

Научный руководитель – Яковлев Д.А., канд. техн. наук, доцент
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия
e-mail: disgustingbollocks@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается разработка автономного навесного модуля для беспилотного летательного аппарата, предназначенного для оперативного мониторинга влажности почвы в условиях крупных сельскохозяйственных предприятий Сибири. Актуальность работы обусловлена необходимостью верификации данных дистанционного зондирования Земли для точного планирования агротехнических мероприятий и обеспечения проходимости техники на больших площадях. В статье приводится сравнительный анализ методов измерения влажности, обоснован выбор диэлькометрического метода. В работе подробно описана аппаратная часть системы на базе микроконтроллера ESP32-S3 и емкостных датчиков HW-390, а также представлена концепция использования поправочного коэффициента для калибровки спутниковых снимков. Предложенная концепция обеспечивает возможность накопления и передачи данных в условиях отсутствия стабильной связи на удаленных полях. Работа носит проектный характер и определяет направления для будущих полевых испытаний и калибровки системы.

Ключевые слова: влажность почвы, геоинформационные системы, БПЛА, точное земледелие, дистанционное зондирование Земли, верификация данных

Введение. Развитие агропромышленного комплекса в регионах Сибирского федерального округа характеризуется наличием крупных сельскохозяйственных товаропроизводителей, обрабатывающих значительные пахотные площади. Эффективное управление такими масштабными земельными ресурсами в условиях сибирского резко континентального климата требует рационального планирования агротехнических мероприятий и оперативного принятия решений. Сложность данной задачи дополняется высоким разнообразием почвенного фонда СФО, где на пахотных землях может быть представлено несколько десятков типов почв с различными водно-физическими свойствами [1]. Одним из критических важных показателей, определяющих начало посевной или прохождение уборочной кампании, является показатель влажности почвы, который напрямую влияет на её «физическую спелость» и несущую способность для тяжелой сельскохозяйственной техники.

Актуальность работы обусловлена необходимостью оперативного мониторинга состояния пашни на больших территориях. В весенний период избыточное переувлажнение распределяется по полям неравномерно. Ошибка в оценке влажности может привести к невозможности проведения земледельческих мероприятий на каждом конкретном поле, что в свою очередь увеличивает ресурсозатраты и снижает общую урожайность.

Помимо этого, традиционные методы контактного измерения влажности на масштабах в десятков тысяч гектар экономически нецелесообразны и физически невозможны в режиме реального времени. С другой стороны, данные дистанционного зондирования Земли обладают высокой охватной способностью, но зачастую имеют низкое пространственное разрешение или требуют локальной калибровки для учета специфики

конкретных почв региона. Использование беспилотного летательного аппарата (БПЛА), оснащенного специализированным модулем датчиков, может являться «промежуточным звеном» между наземными измерениями и космическим мониторингом.

В данной работе предлагается концепция системы мониторинга, в которой дрон с датчиками измерения влажности выполняет роль верификатора спутниковых данных на заданных полевых участках. Предполагается, что данные, полученные с БПЛА, позволят рассчитать поправочный коэффициент для интерпретации спутниковых индексов влажности, с помощью которого можно будет экстраполировать точные данные с конкретного полевого участка. В соответствии с является повышение эффективности определения влажности почвы за счет разработки модуля БПЛА.

Обзор методов измерения влажности. Для измерения влажности конкретных полевых участков в сельскохозяйственной практике применяются различные физико-химические методы. Их выбор определяется требуемой точностью, скоростью получения данных и возможностью автоматизации процесса. Можно выделить три основных метода измерения влажности почвы [2].

Термостатно-весовой метод. Классический метод, принятый в почвоведении как эталонный. Он заключается в отборе проб почвы, их взвешивании, высушивании при температуре 105 °С и повторном взвешивании, по разнице веса определяют изначальную влажность почвенного образца. Такой метод максимально точно позволяет определить влажность почвы, однако его высокая трудоёмкость, длительность проведения, невозможность автоматизации не позволяют использовать его при разработке системы мониторинга.

Резистивный метод. Позволяет измерять электрическое сопротивление между двумя электродами, погруженными в почву. Главным недостатком этого метода является быстрая коррозия открытых контактов, помимо этого показания имеют зависимость от солевого состава

Диэлькометрический метод. Данный метод основан на зависимости диэлектрической проницаемости почвы от содержания в ней влаги. Вода обладает высокой диэлектрической проницаемостью ($\epsilon \approx 80$), в то время как сухая почва — низкой ($\epsilon \approx 3-5$). Преимущества данного метода для создания системы мониторинга заключаются в отсутствии коррозии, меньшей чувствительности к минерализации почвы и мгновенном отклике. Именно этот метод лёг в основу разрабатываемого устройства для БПЛА. В качестве датчика предварительно была выбрана модель HW-390.

Проектирование системы мониторинга. Разработанная система представляет собой автономный навесной модуль, интегрируемый с беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). Конструкция спроектирована с учетом минимизации влияния на аэродинамические характеристики носителя и обеспечения надежного контакта датчиков с почвой. Основой модуля является корпус, выполненный из ударопрочного полимера. Насадка крепится к нижней части корпуса БПЛА, что обеспечивает вертикальное погружение измерительных щупов в почву при посадке летательного аппарата.

Ключевые параметры конструкции (см. рисунок):

- Масса устройства: 1,2 кг. При заявленной грузоподъемности используемого БПЛА в 1,54 кг, запас по массе составляет порядка 22%, что позволяет сохранять стабильность полета и управляемость даже при порывах ветра.

- Измерительная база: Модуль оснащен двумя емкостными датчиками Moisture Sensor V2.0 (HW-390). Использование четырёх независимых сенсоров позволяет проводить усреднение показаний, что снижает влияние локальных неоднородностей почвы (например, мелких камней или пустот) на итоговый результат.

- Погрешность: конструктив и алгоритмическая обработка сигнала обеспечивают точность измерений с погрешностью не более 2,6%.

Управляющим центром системы является микроконтроллер ESP32-S3 WROOM. Выбор данной платформы обусловлен следующими факторами: энергоэффективность (поддержка режима «Deep sleep», двухъядерная архитектура, наличие встроенных модулей Wi-Fi и Bluetooth).

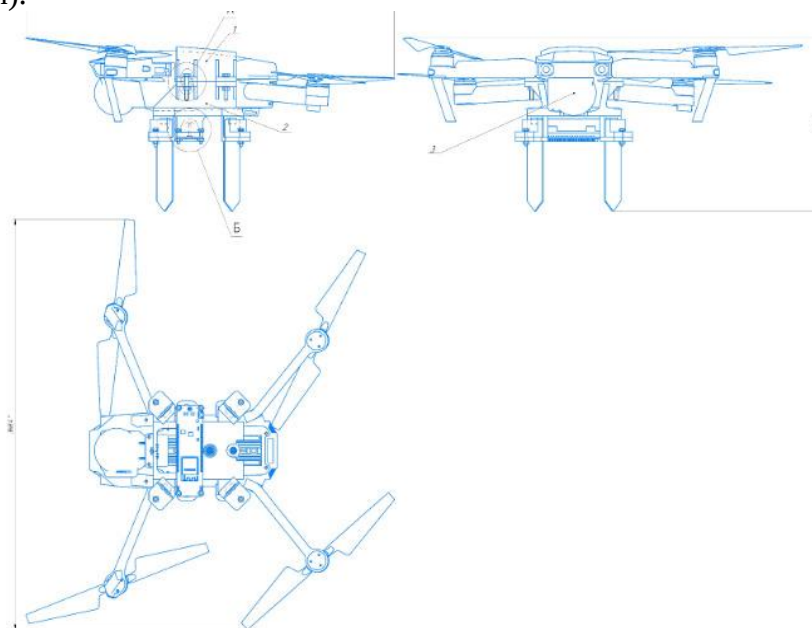


Схема компоновки конструкторской установки

Особенностью системы является возможность работы в условиях отсутствия стабильного интернет-соединения на удаленных полях. Процесс мониторинга разделен на три этапа:

1. Сбор данных: при посадке БПЛА и погружении датчиков в почву происходит серия замеров. Данные кэшируются в локальной памяти устройства в виде пакетов.
2. Локальное хранение: если связь с базовой станцией отсутствует, пакеты сохраняются локально.
3. Синхронизация: при входе в зону действия беспроводной сети (Wi-Fi точка доступа в офисе хозяйства или мобильный роутер агронома) происходит автоматическая выгрузка данных на сервер.

Заключение. В ходе данной работы была спроектирована система автоматизированного мониторинга влажности почвы на базе БПЛА. Выбранная аппаратная база на основе контроллера ESP32-S3 и четырёх емкостных датчиков HW-390 позволяет реализовать мобильный комплекс измерения влажности почвы, защищенный от коррозии и обладающий достаточной вычислительной мощностью для первичного сбора данных.

На текущем этапе работа представляет собой проектно-конструкторское решение. Проведены расчеты массогабаритных характеристик, выбрана компоновка узлов и разработаны алгоритмы взаимодействия компонентов. Однако необходимо подчеркнуть, что окончательные выводы об эффективности системы и её реальной точности (заявленной на уровне 2,6%) можно будет сделать только после перехода к этапу прототипирования и проведения полномасштабных полевых испытаний. Дальнейшее развитие проекта предполагает:

1. Сборку опытного образца и проверку его аэродинамической устойчивости при посадке на различные типы поверхности.
2. Калибровку датчиков под специфические типы почв.
3. Разработку математической модели для вычисления поправочного коэффициента, который поможет связать точечные замеры БПЛА с данными спутниковой съемки.

Список литературы

1. Рыжаков Н.В., Яковлев Д.А., Левадный З.А. Пространственный анализ типов пахотных почв Сибирского федерального округа // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2025. – Т. 1. – № 2. – С. 148-154.
2. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.

<https://doi.org/10.26898/2026-364>
УДК 57.084.1:632.08

ДВУХЭТАПНЫЙ МЕТОД ИСКЛЮЧЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕКОРРЕКТНО ПРОВЕДЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ «ЛИЦ ЧЕРНОВА» И МЕТРИК БЛИЗОСТИ НАБОРОВ ДАННЫХ

Сероклинов Г.В.¹, канд. техн. наук, с.н.с.,
Гуенько А.В.², канд. техн. наук, доцент

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия
e-mail: seroklinov@mail.ru; gun@ait.cs.nstu.ru

Аннотация. В работе, являющейся частью исследования, посвященного разработке метода фенотипирования сортов пшеницы на основе измерения биопотенциалов их проростков, рассматривается проблема подготовки массива данных путем исключения некорректных значений из результатов, полученных в процессе экспериментальных исследований. В дополнение к результатам применения интеллектуального анализа данных посредством их визуализации методом, известным, как «лица Чернова», предлагается оценка метрик попарных расстояний и размера ядра данных для выявления существенно отличающихся результатов измерений биопотенциалов. Кратко указаны причины, приводящие к получению некорректных данных, типичные для данного способа и автоматизированной системы экспериментальных исследований, представлено описание примененных метрик, приведены результаты исследования в виде таблиц, графиков и диаграмм рассеивания и их анализ. Делается вывод о возможности, с некоторыми ограничениями, применения описанного подхода. Предложены методы модификации использованной для исследования программы на языке Python, а также иные подходы к решению задачи выявления некорректных результатов экспериментальных исследований. Для совершенствования рассмотренного метода подготовки данных для фенотипирования растений определено направление дальнейших исследований по выявлению некорректных результатов.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, «лица Чернова», метрики расстояний, ядра данных, биопотенциал, фенотипирование, кластеризация

При определении фенотипов растений формируются данные их параметров, полученные на соответствующей платформе. Эти данные, полученные при проведении экспериментальных исследований путем измерения физических параметров каждого растения, содержат в своей совокупности некоторое число измерений, значительно отличающихся от основной массы измеренных величин. Причиной такого явления является как отдельные процессы метаболизма, протекающего в клетках растений, так и человеческий фактор, связанный с технологическими особенностями проведения экспериментов.

Например, при измерении биопотенциалов растений, это может быть неидентичное размещение электродов на частях растения, их неплотное прилегание к образцу при отсутствии в месте контакта токопроводящего геля. Поэтому для более корректного проведения фенотипирования растений [1, 2] (в частности, проростков сортов пшеницы) возникает необходимость выявления и исключения из процесса дальнейшего использования результатов, существенно отличающихся от основного массива данных. А так как при проведении экспериментальных исследований всегда имеется вероятность проявления трудно предсказуемых факторов, также влияющих на получаемый результат, задача выявления в массиве данных некорректных значения, становится весьма актуальной.

Одним из методов, применяемых в интеллектуальном анализе данных, среди современных средств визуализации результатов является инструмент, известный как «лица Чернова» [3, 4]. Данный метод достаточно давно известный, но нечасто применяемый и упоминаемый [5], критикуется за субъективность оценок [6]. Поэтому в данной работе ставится задача подтвердить или опровергнуть гипотезу, что результаты какого-либо эксперимента являются некорректными, на основе двухэтапного подхода, в котором первичная оценка пиктографиков подтверждается или отбрасывается на основе количественных значений метрик близости наборов данных.

Экспериментальные данные, использованные в данной работе, были получены с использованием экспериментальной установки по атрибутам сигналов биопотенциалов [7] пяти разных по возрасту (от 10- до 18-дневных) групп проростков (по 10 каждого возраста) пшеницы сорта Новосибирская 41, полученных при воздействии на них повышенной (до 43 °C) температуры. В процессе экспериментальных исследований каждый образец дважды подвергался воздействиям температуры, при этом фиксировались изменения сигналов биопотенциалов при биполярном способе подключения измерительных электродов, один из которых устанавливался в зоне корней проростка, а второй на его листе. Измеренные сигналы биопотенциалов, а также сигналы изменения температуры фиксировались в базе данных. Полученные таким образом реализации биопотенциалов проростков предварительно обрабатывались, для чего они были сжаты путем применения агрегатных функций - вычисления минимального, среднего и максимального значений каждого измеренного сигнала. В целях устранения постоянной составляющей и помех при измерении сигналы перед сжатием были подвергнуты низкочастотной фильтрации, нормированию, центрированию (устранению постоянной составляющей) и совокупности этих операций. Для учета скорости изменения сигналов применялось их дифференцирование, причем после каждого вида обработки также проводилось агрегирование, в результате чего для каждого эксперимента было получено 24 параметра, по три на каждый из восьми видов (атрибутов) сигналов биопотенциалов. Кроме того, фиксировалась температура образца в начале проведения эксперимента и ее максимальное изменение. Перерасчет результатов, в соответствии с возрастом образцов, проводился согласно методике, изложенной в работе [8].

В данной работе под метриками близости наборов данных будем понимать попарные расстояния между какими-либо значениями свойств (атрибутов) исследуемых образцов и ширину ядра набора соответствующих данных.

Метрики расстояния - это функции $d(a, b)$ такие, что $d(a, b) < d(a, c)$, если рассматриваемые объекты a и b “более похожи”, чем объекты “ a ” и “ c ”. Два совершенно одинаковых объекта будут иметь нулевое расстояние. Одним из самых популярных примеров является евклидово расстояние. Чтобы быть “истинной” метрикой, она должна подчиняться следующим четырем условиям:

1. $d(a, b) \geq 0$, для всех a и b ;
2. $d(a, b) = 0$, если и только $a = b$ положительно определены;
3. $d(a, b) = d(b, a)$, симметрия;
4. $d(a, c) \leq d(a, b) + d(b, c)$, неравенство треугольника.

Ядра являются мерами сходства, т.е. $s(a, b) > s(a, c)$, если объекты a и b считаются “более похожими”, чем объекты a и c . Ядро также должно быть положительно полуопределенным.

Подмодуль `sklearn.metrics.pairwise` [9] библиотеки `scikit-learn` среды программирования Python реализует следующие утилиты для оценки попарных расстояний или близости наборов выборок.

- `sklearn.metrics.pairwise_distances` (X , $Y=None$, $metric='euclidean'$, $*$), в которой допустимы следующие метрики из библиотеки `scikit-learn`: ‘cityblock’, ‘cosine’, ‘euclidean’, ‘l1’, ‘l2’, ‘manhattan’;

- `pairwise_kernels` (X , $Y=None$, $metric='linear'$, $*$), в которой допустимы метрики ‘additive_chi2’, ‘chi2’, ‘linear’, ‘poly’, ‘rbf’, ‘laplacian’, ‘sigmoid’, ‘cosine’.

Оценка применимости двухэтапного подхода для выявления некорректно проведенных экспериментов («выпадающих образцов») проводилась на массиве данных, полученных в ходе 50 экспериментов (пять групп по 10 образцов разных возрастов) по измерению биопотенциалов проростков пшеницы, полученных при воздействии на них повышенной температурой, описание которых представлено в [10]. Там же указано, что по результатам визуального анализа пиктографиков «выпадающими» следует считать образцы с идентификаторами 109535 и 129724. Под «подозрением» по причине субъективности оценок находятся образцы 129703, 109515, 149786, 169864.

В ходе исследований было проведено вычисление оценок разности максимального и среднего попарного расстояния данных (табл. 1) и оценок разности максимального и среднего размера ядра от количества исключенных образцов (табл. 2) при последовательном удалении из набора данных указанных образцов в указанном порядке.

Таблица 1

Зависимость оценок разности максимального и среднего попарного расстояния от количества исключенных образцов

Кол-во Metric	0	1	2	3	4	5	6
cityblock	7.032498	7.011539	5.384798	5.422075	5.44745	5.438125	5.4247
cosine	0.003601	0.003595	0.002294	0.002297	0.002299	0.002295	0.002292
euclidean	3.809752	3.798462	2.646341	2.656778	2.665018	2.658933	2.651762
l1	7.032498	7.011539	5.384798	5.422075	5.44745	5.438125	5.4247
l2	3.809752	3.798462	2.646341	2.656778	2.665018	2.658933	2.651762
manhattan	7.032498	7.011539	5.384798	5.422075	5.44745	5.438125	5.4247

Таблица 2

Зависимость оценок разности максимального и среднего размера ядра от количества исключенных образцов

Кол-во Metric	0	1	2	3	4	5	6
linear	174.92261	174.807255	61.663283	61.645391	61.814898	61.698906	61.794414
poly	168629.01	168523.34459	56485.4607	56468.98025	56619.92400	56516.0023	56600.69389
rbf	0.046463	0.047361	0.029536	0.0291	0.028826	0.029341	0.029863
laplacian	0.061405	0.062146	0.057267	0.055926	0.054998	0.055319	0.055799
sigmoid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
cosine	0.000276	0.000281	0.000173	0.000171	0.000169	0.000172	0.000175

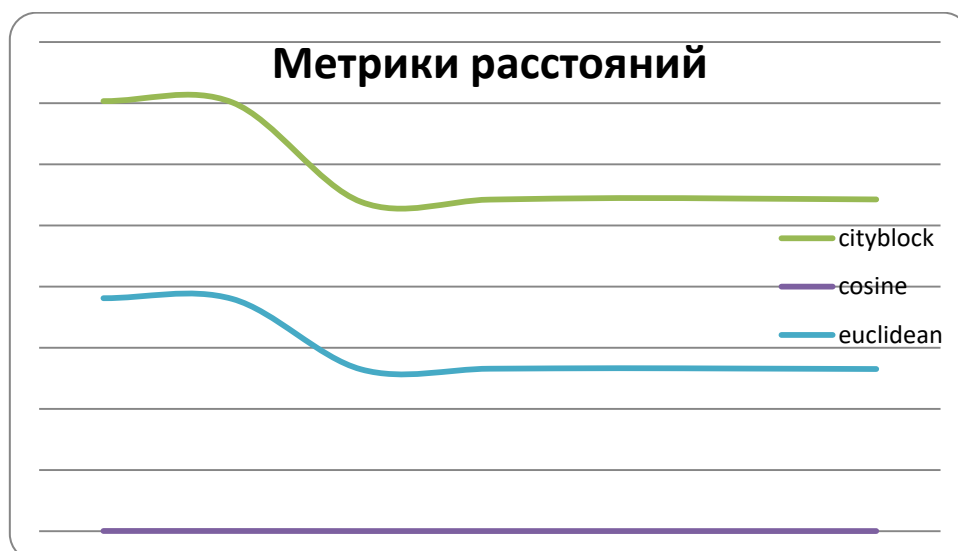


Рис. 1. Графики зависимостей оценок метрик попарных расстояний от количества исключенных образцов

Графики зависимостей оценок от количества исключенных образцов представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

Из анализа таблиц следует, что метрики вычисления попарных расстояний ‘cityblock’, ‘l1’ и ‘manhattan’ дают аналогичные результаты, а метрика ядра ‘sigmoid’ в данном случае неприменима. Все же прочие, хоть и имеют различный масштаб значений, что затрудняет их отображение на одном графике, однозначно показывают, что именно первые 2 образца, идентифицированные по пиктограммам как «выпадающие», действительно являются таковыми, поскольку исключение других образцов не привело к существенному уменьшению ни оценок попарных расстояний, ни оценок ширины ядра.



Рис. 2. Графики зависимостей оценок метрик ядер данных от количества исключенных образцов

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения совокупности диаграмм «лица Чернова» и оценок метрик попарного расстояния, а также ширины ядра данных для предварительного анализа результатов экспериментальных исследований с целью выделения «выпадающих» образцов. Наиболее точно позволяют оценить влияние отдельных образцов метрики ядер ‘linear’ и ‘poly’ в то время как метрики ядер ‘rbf’, ‘laplacian’ и ‘cosine’ не позволяют точно оценить влияние отдельных образцов.

В дальнейших исследованиях представляется целесообразным произвести автоматизацию процесса выявления (и исключения из дальнейших исследований)

результатов некорректно проведенных экспериментов на базе параметра, контролирующего ширину Гауссова ядра (параметра `gamma` класса `SpectralClustering` библиотеки `scikit-learn` среды программирования `Python`). Этот параметр влияет на то, насколько заметна разница между точками: увеличение параметра приводит к сужению ядра, из-за чего высоким сходством обладают наиболее близко расположенные точки. Этот признак позволяет легко разделить данные на два кластера: более плотный кластер с точками высокого сходства является нормальными данными, в то время как небольшой разреженный кластер можно расценивать как выбросы. Для наиболее точного нахождения выбросов необходимо решить задачу автоматизированного подбора оптимального значения данного параметра.

Список литературы

1. Furbank R.T., Tester M. Phenomics – technologies to relieve the phenotyping bottleneck // *Trends in Plant Science*. 2011. Vol. 16 (12). P. 635–644. DOI: 10.1016/j.tplants.2011.09.005.
2. Berezhnoy V.A., Ivaschuk O.A., Semenov D.S. Overview of methods and algorithms for automated plant phenotyping systems // *Actual Knowledge-Intensive Technologies*. 2021. Vol. 4. P. 111-116.
3. Chernoff H. The Use of Faces to Represent Points in K-Dimensional Space Graphically // *Journal of the American Statistical Association*. 1973. Vol. 68 (342). P. 361-368.
4. Antonov A. Making Chernoff faces for data visualization. Wordpress.com/ [Электронный ресурс]. – URL: <https://mathematicaforprediction.wordpress.com/2016/06/03/making-chernoff-faces-for-data-visualization/>.
5. Chubukova I.A. Data Mining. - Moscow, 2016. - P. 209–220.
6. Jan Fazlagić, Windham Loopesko, Leszek Matuszak, Rigby Johnson. Perspectives and good practices in visualization of knowledge about public entities // *Information Visualization Techniques in the Social Sciences and Humanities* / Grzegorz Osinski, Veslava Osińska. - IGI Global, 2018. - P. 199–214.
7. Stahlberg R., Cleland R.E., Van E. Volkenburgh. Slow Wave Potentials – a Propagating Electrical Signal Unique to Higher Plants. F. Baluška, S. Mancuso, and D. Volkmann, Eds. *Communication in Plants*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, pp. 291–308.
8. Seroklinov G.V., Gunko A.V. Daily monitoring of the biopotential of wheat seedlings as a means of increasing the assessment of plant stress resistance // *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2024. Vol. 54. No. 6. P. 112-120. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-6-11.
9. Pairwise metrics, Affinities and Kernels. `scikit-learn` 1.7.2 documentation. – URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/metrics.html>.
10. Goonko A.V., Kutovenko Y.S., Seroklinov G.V. Using of Chernov Face Diagrams to Identify Incorrect Results of Experimental Research // 2025 IEEE XVII International Scientific and Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE), Novosibirsk, Russian Federation, 2025, pp. 1-4. DOI: 10.1109/APEIE66761.2025.11289310.

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СЪЕМКИ ПРИ ФЕНОТИПИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ

Сидоров Е.Д.¹, аспирант,
Алейников А.Ф.^{1,2}, д-р техн. наук, проф.

¹Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: fti2009@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены перспективы и преимущества тепловизионной съемки на наземных и воздушных платформах фенотипирования растений (возможность измерения теплового поля в ночное время при любой погоде и одновременное определения комплекса биотических и абиотических факторов). Раскрыты основные термальные индексы: разность температуры листа (полога), индекс водного стресса, максимальный градиент температур внутри листа, нормированная относительная температура кроны, средняя температура кроны. К недостаткам этого метода следует отнести: изменчивость факторов среды, низкую точность измерения распределения температуры и дороговизну тепловизора. Совмещение термальных и видимых (RGB) данных представляет собой ключевой шаг для интегрированного анализа, т.к. позволит одновременно использовать преимущества компьютерного зрения и тепловизионной съёмки.

Ключевые слова: растение, болезнь, тепловизионная съёмка, преимущество, ограничение

Высокопроизводительное фенотипирование растений призвано ускорить отбор и улучшение сельскохозяйственных культур в условиях меняющегося климата [1]. Тепловизионная съёмка (термография) стала одним из передовых инструментов неинвазивного фенотипирования, позволяющим измерять температуру поверхности листьев и оценивать водный статус и физиологическое состояние растений [2]. Повышение температуры листьев обычно свидетельствует о снижении транспирации (например, при закрытии устьиц под воздействием засухи или патогена), тогда как «охлаждение» кроны за счёт испарения указывает на нормальный водный режим и активный газообмен [3]. Благодаря этому термография широко применяется для раннего обнаружения стресса растений до появления видимых симптомов [2]. Для количественной оценки водного статуса по тепловым данным разработан ряд термальных индексов. Один из наиболее распространённых индексов – это разность температур листа (полога) и окружающего воздуха (ΔT), используемая как показатель обеспеченности водой [2]. Близкий по смыслу интегральный показатель – индекс водного стресса посева CWSI (Crop Water Stress Index), который нормирует температуру растений между двумя эталонными уровнями: условно «мокрым» (оптимально испаряющим) и «сухим» (не испаряющим) растением [3, 4]. CWSI позволяет скорректировать измеренную температуру листьев с учётом внешних условий и тем самым сравнивать степень засухи между разными днями и посевами. Другие полезные метрики включают индекс устьичной проводимости, непосредственно связанный со степенью открытия устьиц, максимальный градиент температур внутри листа (MTD, характеризует неоднородность нагрева как признак болезни), нормированную относительную температуру кроны (NRCT, отражает отклонение температуры растений от самых «холодных» и «горячих эталонов» в поле), а также простую среднюю температуру кроны [2]. Многие из перечисленных термо-индексов демонстрируют хорошую корреляцию

с физиологическими переменными, характеризующими водный баланс: например, ΔT и CWSI связаны с устьичной проводимостью и потенциалом воды в листе, NRCT отражает относительное содержание воды (RWC) [2]. Примечательно, что по снижению температуры кроны селекционеры косвенно оценивают и продуктивность: так, величина депрессии температуры кроны (разница между температурой воздуха и листа в жарких условиях) давно используется как признак засухоустойчивости и нередко коррелирует с урожайностью зерновых культур в стрессовых условиях [3].

Перспективы и тенденции использования тепловизоров в аграрной науке весьма обнадеживающие. Прежде всего, как отмечалось, наблюдается постоянное совершенствование самих сенсоров: появляются лёгкие и недорогие тепловизоры, совместимые с беспилотниками, обладающие при этом высокой чувствительностью и разрешающей способностью [2]. Это способствует более широкому распространению технологии – тепловизионное оборудование становится доступным всё большему числу исследовательских групп и даже фермерам-практикам. Кроме того, этот метод позволяет получать съемки в ночное время, при любой погоде. Интеграция тепловизоров в платформы высокопроизводительного фенотипирования – ещё одна важная тенденция. В передовых фенотипических центрах и полевых испытательных установках тепловые камеры включаются наряду с RGB, мульти- и гиперспектральными сенсорами, лидаром и др. [4]. Такие комплексные системы позволяют всесторонне характеризовать генотипы растений. Например, в автоматизированных платформах (теплицы, фитотроны) тепловизоры используются совместно с RGB и флуоресцентными камерами для одновременного мониторинга роста, фотосинтетической активности и водного статуса множества генотипов [4]. В полевых условиях беспилотные летательные аппараты (БПЛА) оснащаются мультикамерами в видимом и инфракрасном (тепловом) диапазонах, что даёт богатый набор данных для каждого участка поля [1]. Ожидается, что такие мультимодальные подходы станут стандартом в больших селекционных программах: уже сейчас на опытных делянках пшеницы и других культур дроны с тепловизорами успешно применяются для отбора засухоустойчивых линий по минимальной температуре кроны в период жары [1].

Следующая тенденция – это, безусловно, всё большее привлечение методов искусственного интеллекта для интерпретации данных фенотипирования. Если сегодня аналитик просматривает термограммы и вручную вычисляет индексы типа CWSI, то в ближайшем будущем эту роль возьмут на себя обученные модели, которые в реальном времени будут выдавать оценку состояния растений на основе комплексной информации с разных сенсоров. Уже сейчас разработаны прототипы систем поддержки решений для фермеров, где тепловизор, установленный на беспилотнике или наземного транспортного средства, сканирует поле и передаёт данные облачному сервису, который с помощью ML моделирует карту засухоустойчивости или выявляет очаги начинающегося заболевания для точечного применения пестицида. Наконец, актуальные глобальные вызовы – изменение климата, рост экстремальных погодных явлений – делают задачу быстрого фенотипирования устойчивости растений особенно важной [1]. В условиях учащающихся засух и тепловых стрессов в поле тепловизоры предоставляют ценную информацию о том, какие генотипы лучше регулируют температуру своих листьев. Эти данные напрямую влияют на успех селекции засухо- и жароустойчивых сортов. Таким образом, тепловизионный метод уже занял прочное место в арсенале аграрной науки и продолжает стремительно развиваться, объединяя достижения сенсорики, робототехники и искусственного интеллекта для повышения устойчивости и продуктивности сельского хозяйства в будущем.

Несмотря на бесспорную ценность тепловизоров для фенотипирования, данный метод имеет ряд ограничений и вызовов. Ключевая проблема – чувствительность к внешним условиям. Температура поверхности растений зависит не только от их физиологического состояния, но и от факторов среды: погодных условий, микроклимата. Кроме того, морфология растений (площадь, угол наклона и ориентировка листьев, густота полога)

влияет на их энергетический баланс и, соответственно, на наблюдаемую температуру [2]. Всё это приводит к необходимости учета множества поправок при анализе термограмм. Даже при небольшой облачности или порывах ветра температура листьев одного и того же растения может колебаться, затрудняя калибровку и сравнение между образцами. Влажный воздух (низкий дефицит влажности) снижает эффективность испарительного охлаждения, поэтому контраст температур между стрессовым и нестрессовым растением сглаживается – в эксперименте было отмечено, что в условиях высокой влажности различия температуры между хорошо политыми и умеренно засушенными растениями могли быть неразличимо малы [5]. Также наложение нескольких стрессоров усложняет интерпретацию: например, при одновременной засухе и болезни тепловой отклик болезни ослабляется, так как сами по себе обезвоженные растения уже горячее оптимально увлажнённых. Полевое исследование по термодиагностике болезни милдью винограда показало, что на орошаемых участках заражённые кусты отличались от здоровых по температуре на $\pm 0,9$ °C, тогда как на фоне засухи разница между инфицированными и неинфицированными растениями снизилась до $\pm 0,3$ °C [5]. Более того, специфичность теплового сигнала ограничена: повышение температуры листьев может быть вызвано разными причинами (недостаток воды, патоген, повреждение корней и т.п.), и по одной термограмме невозможно однозначно определить природу стресса [5]. Поэтому тепловизионный метод обычно применяется в комплексе с другими – визуальным осмотром, спектральным анализом или знанием агротехнической обстановки. Это позволяет правильно интерпретировать обнаруженные аномалии.

Другой блок ограничений связан с техническими параметрами тепловизоров. Точность измерения температуры тепловой камерой конечна и зависит от калибровки прибора. Дорогие научные тепловизоры проходят радиометрическую калибровку на заводе и могут измерять температуру с погрешностью порядка ± 1 °C или лучше. Но более доступные камеры (особенно предназначенные для дронов) часто не откалиброваны должным образом и выдают лишь относительные температуры (в произвольных единицах или с условной калибровкой). Их показания значительно зависят от внутренней температуры матрицы прибора: в ходе работы матрица нагревается, смещается ноль и меняется чувствительность детекторов [6]. В результате возникают существенные погрешности. В лабораторных испытаниях недорогой тепловизор показывал точность около $\pm 0,5$ °C, но при вылете на поле ошибка определения температуры возросла до ± 5 °C из-за температурного дрейфа матрицы и влияния ветра [6]. Также отмечаются такие артефакты, как виньетирование (неоднородная чувствительность матрицы, выражающаяся в градиенте яркости от центра к краям кадра) и шум низкой амплитуды, которые затрудняют точное измерение небольших градиентов температуры. Решение этих проблем требует тщательной радиометрической калибровки – использования опорных объектов известной температуры в кадре, учета эмиссионной способности листьев, корректировки влияния атмосферы и т.д. Все эти процедуры усложняют применение тепловизоров, особенно в полевых условиях, и могут потребовать дополнительных затрат и экспертизы. Ещё одна техническая трудность – низкое разрешение многих тепловизоров по сравнению с RGB-камерами. Тепловые датчики с высоким числом пикселей дорогие, поэтому часто используются камеры с матрицей 320×240 или 640×480 пикселей, тогда как современные RGB имеют мегапиксельные разрешения. Кроме того тепловизионное оборудование попадает под категории “товаров двойного назначения”. В частности, высокочувствительные тепловизоры (с NETD лучше 50 мК или с частотой > 9 Гц) контролируются международными режимами (Вассенаарским соглашением и др.) из-за возможностей военного применения.

Выводы. Совмещение термальных и видимых (RGB) данных представляет собой ключевой шаг для интегрированного анализа, так как каждая из этих модальностей дополняет друг друга. RGB-камеры фиксируют морфологию и визуальное состояние растения (цвет, форму, признаки некроза или хлороза), тогда как тепловизоры выявляют скрытые от глаза температурные отклонения, связанные с физиологией. Однако прямая

совместная интерпретация этих данных затруднена из-за различий в формате изображений – требуется точная геометрическая регистрация (привязка) термограммы к фотографиям в видимом диапазоне. Тепловые камеры обычно имеют ниже пространственное разрешение, а их оптика и угол обзора могут отличаться от RGB-камер, поэтому простое наложение изображений даёт погрешности. В исследованиях применяются различные подходы для регистрации: от использования калибровочных мишеней и ручной разметки общих контрольных точек на снимках до полностью автоматических алгоритмов совмещения на основе взаимной информации, 3D-моделей или сочетания грубой и точной подгонки изображений [4].

Список литературы

1. Nguyen H.T. et al. Advancing Crop Resilience Through High-Throughput // Phenotyping. Plants. – 2025. – Vol. 14 (6). – P. 907. DOI: 10.3390/plants14060907.
2. Pineda M., Ayala M.B., Pérez-Bueno M.L. Thermal Imaging for Plant Stress Detection and Phenotyping // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13 (1). – P. 68. DOI: 10.3390/rs13010068.
3. Anderegg J. et al. Thermal imaging can reveal variation in stay-green functionality of wheat canopies under temperate conditions // Frontiers in Plant Science. 2024. – Vol. 15. – P. 1335037. DOI: 10.3389/fpls.2024.1335037.
4. Bethge H.L., Weisheit I., Dortmund M.S., Landes T., Zabic M., Linde M., Debener T., Heinemann D. Automated image registration of RGB, hyperspectral and chlorophyll fluorescence imaging data // Plant Methods. – 2024. – Vol. 20. – P. 175. DOI: 10.1186/s13007-024-01296-y.
5. Costa J.M., Grant O.M., Chaves M.M. Thermography to explore plant – environment interactions // Journal of Experimental Botany. – 2013. – Vol. 64 (13). – P. 3937–3949. DOI: 10.1093/jxb/ert029.
6. Kljun N. et al. Challenges and Best Practices for Deriving Temperature Data from an Uncalibrated UAV Thermal Infrared Camera // Remote Sensing. – 2019. – Vol. 11 (5). – P. 567. DOI: 10.3390/rs11050567.

<https://doi.org/10.26898/2026-366>
УДК 631.544.7:004.896

СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ВАРИАЦИОННОГО АВТОЭНКОДЕРА

Федоров Д.С., м.н.с.,

Гарафутдинова Л.В., м.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: dima.fedorov99@mail.ru

Аннотация. В работе исследованы возможности снижения размерности данных дистанционного зондирования Земли с использованием вариационного автоэнкодера для оптимизации систем мониторинга сельскохозяйственных территорий. Проанализировано 9809 наблюдений урожайности яровой пшеницы с использованием 80 признаков (21 вегетационный индекс для четырёх фенологических периодов). Применение автоэнкодера позволило сократить размерность с 80 до 12 признаков при сохранении качества прогноза ($R^2 = 0,918$ против $0,927$ на исходных признаках), обеспечив экономию вычислительных

ресурсов на 85%. Корреляционный анализ выявил специализацию латентных признаков на комбинациях индексов фенологических периодов (кущение, всходы, колошение).

Ключевые слова: вариационный автоэнкодер, дистанционное зондирование, снижение размерности, мониторинг сельскохозяйственных территорий, вегетационные индексы, машинное обучение, урожайность яровой пшеницы, цифровой двойник

Введение. Цифровизация методов мониторинга посевов сталкивается с проблемой избыточности данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), что приводит к высоким вычислительным затратам и требованиям к хранению информации [1]. Применение методов снижения размерности, таких как автоэнкодеры, позволяет выявить наиболее информативные комбинации спектральных характеристик и оптимизировать архитектуру цифрового двойника [2, 3]. В работе проведён анализ возможностей снижения размерности данных ДЗЗ с использованием вариационного автоэнкодера (Variational Autoencoder – VAE) для оптимизации систем мониторинга сельскохозяйственных территорий.

Материалы и методы. Исследование проведено на данных ОС «Элитная» (54°54'57"с.ш., 82°57'6"в.д.) - филиала СФНЦА расположенной в пределах центрально-лесостепной подзоны Западно-Сибирской равнины, где объектом исследования выступала яровая пшеница. В работе использовали спутниковые снимки Sentinel-2B за июнь – июль с пространственным разрешением 10 м в пикселе. Всего проанализировано 9809 наблюдений и 80 признаков, включая 21 вегетационный индекс (NDVI, NDMI, NDRE, GCI, RECI, DVI, ENDVI, RGV, RERI, LAI, MTVI, NPCI, SIPI, RVI, CVI, GLI, GNDVI, NDWI, NEXG, NGRDI, MCARI), рассчитанных для четырёх ключевых фаз развития пшеницы: всходы, кущение, выход в трубку и колошение с помощью QGIS.

Вариационный автоэнкодер представляет собой генеративную нейросетевую модель, способную извлекать латентные (скрытые) представления данных с одновременным сохранением их статистических свойств. В отличие от классического метода главных компонент (PCA), VAE способен выявлять нелинейные зависимости в данных и создавать более компактные и интерпретируемые представления [4]. Архитектура использованного VAE включала энкодер (преобразующий исходные признаки в n -мерное латентное пространство через скрытый слой) и декодер (восстанавливающий исходные данные из латентного представления). Модель обучалась в течение 300 эпох с минимизацией функции потерь, объединяющей ошибку реконструкции и дивергенцию Кульбака – Лейблера.

Для оценки практической применимости латентных признаков использовалась Ridge регрессия – линейная модель с L2-регуляризацией, устойчивая к мультиколлинеарности и переобучению. Сравнивалась производительность модели на исходных 80 признаках (с усиленной регуляризацией $\alpha = 50,0$ для защиты от переобучения) и на 12 латентных признаках ($\alpha = 1,0$). Оценка качества проводилась с использованием 5-кратной кросс-валидации и метрик RMSE, R^2 на тестовой выборке (20% данных). Анализ важности признаков выполнялся на основе абсолютных значений коэффициентов Ridge регрессии. Для интерпретации латентных признаков вычислялись корреляции Пирсона между каждым из 12 латентных признаков и 80 исходными признаками. Расчёты и визуализацию выполняли в Python 3.9.

Результаты и обсуждение. Применение VAE позволило сократить размерность признакового пространства с 80 до 12 (в 6,7 раза), что соответствует экономии вычислительных ресурсов на 85%. Ridge регрессия на исходных 80 признаках имела значения $RMSE = 3,58$ ц/га и $R^2 = 0,927$, когда использование 12 латентных признаков в модели увеличило значений $RMSE$ и R^2 всего лишь до 3,83 ц/га и $= 0,918$ соответственно, что свидетельствует о сопоставимом качестве прогноза при значительно меньших вычислительных затратах и лучшей способности к обобщению.

Анализ коэффициентов Ridge регрессии (рис. 1) выявил, что среди исходных признаков наибольшую важность имеют индексы периодов кущения (NDMI (2,76)) и

колошения (DVI (2,03), NPCI (1,98), RGVI (1,93), ENDVI (1,82)). Эти периоды соответствуют фазам формирования урожая яровой пшеницы, что согласуется с агрономическими представлениями о значимости условий вегетации в данные сроки [5, 6].

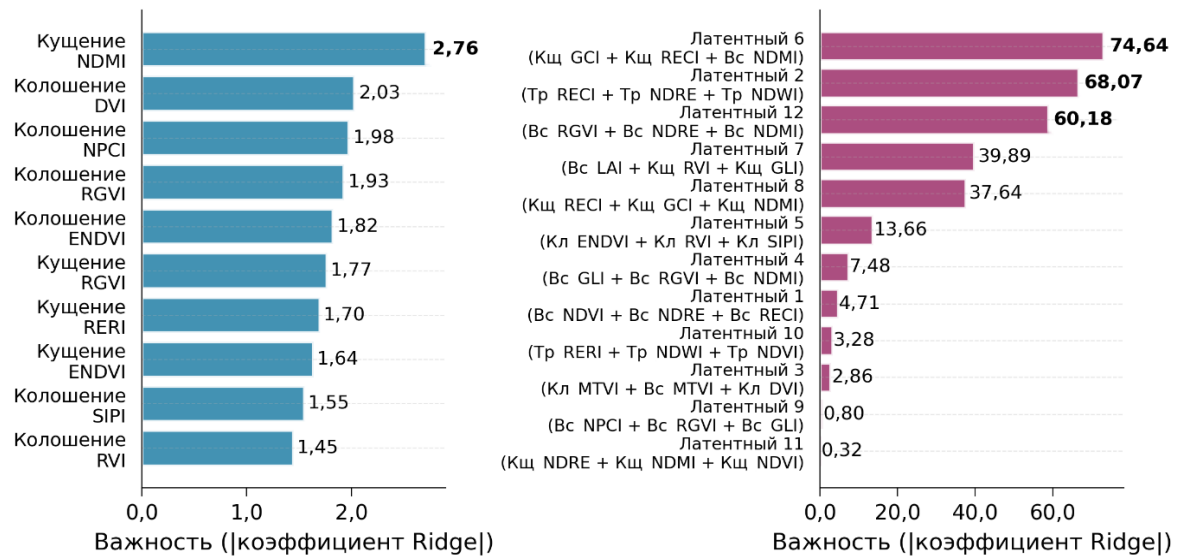


Рис. 1. Сравнение важности признаков: исходные вегетационные индексы (слева) и латентные признаки VAE с интерпретацией основных компонентов (справа)

Наибольшую значимость в модели демонстрируют латентные признаки 6, 2 и 12. Латентный 6 преимущественно связан с вегетационными индексами фаз всходов и кушения (NDMI, GCI, RECI; $|r| > 0,55$), отражая раннее состояние посевов. Латентный 2 агрегирует показатели периода выхода в трубку (RECI, NDRE, NDWI; $|r| \leq 0,53$), характеризуя фазу интенсивного нарастания вегетативной массы. Латентный 12 объединяет индексы начального развития растений (RGVI, NDRE, NDMI; $|r| \leq 0,58$), что указывает на существенное влияние стартовых условий роста на последующее формирование урожайности.

Латентные признаки демонстрируют фазовую специализацию (рис. 2).



Рис. 2. Тепловая карта корреляций между латентными и исходными признаками

Максимальные связи выявлены у 11 латентного признака с индексами кушения (NDRE, NDMI, NDVI, MTVI, DVI; $|r| = 0,85-0,88$), отражающими интегральное состояние посевов в период развития. Латентный 5 характеризуется сильной отрицательной корреляцией с индексами колошения (ENDVI, RVI, SIPI) и положительной с NDWI ($|r| >$

0,90), что указывает на его связь с водным режимом растений на завершающих этапах вегетации.

Проекция латентного пространства VAE на первые две главные компоненты (рис. 3) объясняет 50,2 % общей дисперсии (PC1 – 29,4 %, PC2 – 20,8 %). Высокоурожайные наблюдения формируют компактный кластер в области отрицательных значений PC1 и PC2, тогда как низкая и средняя урожайность распределены более диффузно по всему пространству. Это указывает на наличие локальной структуры латентных признаков, связанной с уровнем урожайности, без выраженной глобальной линейной сепарации.

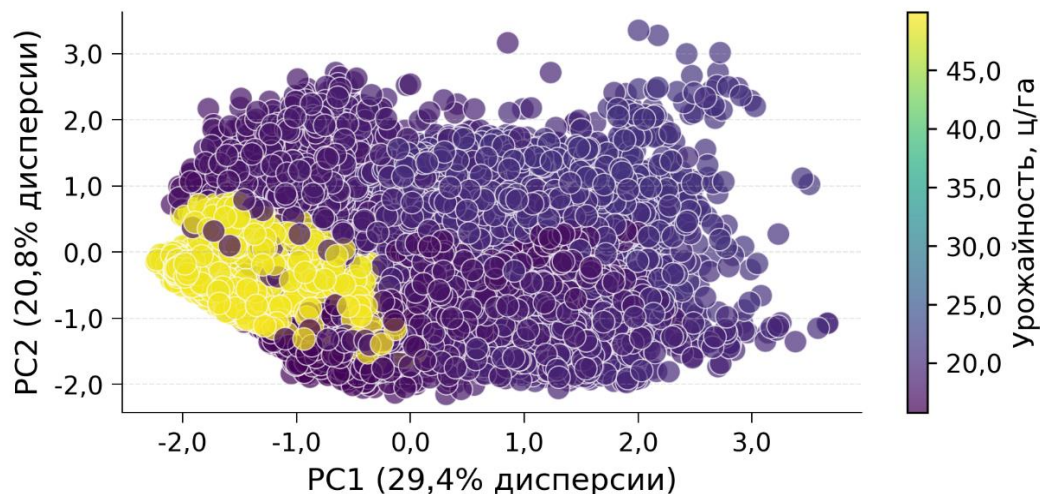


Рис. 3. Визуализация латентного пространства VAE через проекцию на две главные компоненты (PCA).
Цвет точек соответствует урожайности яровой пшеницы

Полученные результаты согласуются с ранее опубликованными исследованиями по применению методов машинного обучения для прогнозирования урожайности пшеницы на основе данных ДЗЗ, показавшими, что модели на основе сокращённых наборов признаков могут демонстрировать качество, сопоставимое с моделями на полном наборе индексов [5-7]. Настоящее исследование развивает данный подход, применяя VAE для автоматизированного выявления информативных комбинаций признаков без необходимости ручного отбора.

Заключение. Применение VAE обеспечило сокращение размерности данных дистанционного зондирования с 80 до 12 признаков (в 6,7 раза) при сохранении качества прогноза урожайности яровой пшеницы и снижении вычислительных затрат на 85%. Анализ латентных признаков выявил их связь с комбинациями вегетационных индексов ключевых фенологических фаз (всходы, кущение, колошение). Полученные результаты показывают, что для цифрового мониторинга состояния посевов информативными являются ограниченные подмножества индексов (NDMI, NDRE, GCI, RECI, DVI, ENDVI), сформированные в критические периоды развития растений. Представленный подход демонстрирует потенциал использования VAE в качестве компонента интеллектуальной архитектуры цифрового мониторинга и цифрового двойника агроценозов.

Список литературы

1. Федоров Д.С., Пищимко О.И., Гарафутдинова Л.В. Цифровизация методов прогноза урожайности сельскохозяйственных культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55. - № 1 (314). – С. 5–13.
2. Абрамов В.И., Абрамов О.В., Гордеев В.В., Столяров А.Д. Цифровые инновации и цифровые двойники в АПК // Проблемы и основные направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения: монография. – Пенза, 2025. – С. 3–33.

3. Кузьмина М.Г. Многослойные сети-автоэнкодеры в задачах анализа и обработки гиперспектральных изображений // Препринты Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. – 2021. – № 28. – 21 с.
4. Кузьмина М.Г., Подопросветов А.В. Использование сетей-автоэнкодеров для сокращения размерности массивов больших данных, определяющих гиперспектральные изображения // Бионика-60 лет. Итоги и перспективы. – 2022. – С. 103–113.
5. Гарафутдинова Л.В., Федоров Д.С., Каличкин В.К. и др. Использование машинного обучения и вегетационных индексов для прогнозирования урожайности яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. - № 1. – С. 31–41.
6. Каличкин В.К., Гарафутдинова Л.В., Федоров Д.С., Колбин С.А. Модели машинного обучения для прогнозирования урожайности яровой пшеницы с использованием вегетационных индексов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55. - № 6 (319). – С. 5–19.
7. Гарафутдинова Л.В., Федоров Д.С. Использование вегетационных индексов для мониторинга посевов яровой пшеницы и прогнозирования её урожайности // Молодые ученые. Современный взгляд на будущее АПК: сб. X Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Агронаука, 2025. – С. 398–401.

<https://doi.org/10.26898/2026-367>
УДК 631.348.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДОВЫХ АГРОДРОНОВ

**Чан-оглы Д.Д., магистрант,
Ледовский Е.Н., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Ефименко Д.Д., аспирант, м.н.с.**

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: chanoglydenis@gmail.com; ledovskiy_nl@mail.ru; dv.efimenko1812@omgau.org

Аннотация. В статье проводится сравнительный анализ технико-эксплуатационных параметров передовых моделей агродронов: XAG P150, XAG P100 Pro, DJI Agras T100, DJI Agras T70P и Vector AGR HD580. Рассмотрены ключевые показатели, определяющие операционную эффективность и экономическую целесообразность применения: максимальная производительность (га/ч), максимальная скорость (км/ч), вместимость контейнера для распыления (л), размер капли (Мкр), максимальная скорость распыления (л/мин), ширина распыления (м), вместимость контейнера для разбрасывания (л), максимальная скорость разбрасывания (кг/мин), ширина разбрасывания (м). На основе анализа выявлены специализация и конкурентные преимущества каждой модели, а также даны рекомендации по их выбору для хозяйств различного масштаба. Результаты исследования призваны способствовать обоснованному принятию решений о внедрении беспилотных технологий в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: агродроны, сравнительный анализ, БПЛА, точное земледелие, АПК

Современное сельское хозяйство сталкивается с множеством серьёзных проблем. Они связаны между собой и проявляются как в мировом масштабе, так и на местном уровне. К их числу относятся климатические изменения, проявляющиеся в увеличении частоты экстремальных погодных явлений, деградация почвенных и водных ресурсов, а также

экономические факторы, вызванные нестабильностью рыночных цен, ростом затрат на средства производства и рабочую силу, усилением международной конкуренции и ужесточением нормативно-правового регулирования. Демографические тенденции, такие как рост населения и урбанизация создают дополнительную нагрузку на аграрные системы, требуя повышения продуктивности при одновременном снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду. В данном контексте цифровизация и внедрение высокоточных технологий становятся императивом для обеспечения устойчивости и рентабельности агропредприятий [1-3].

Одним из наиболее доступных и быстро внедряемых технологических решений являются беспилотные летательные аппараты. Первоначально разработанные для военных целей, БПЛА нашли широкое гражданское применение в различных сферах, включая мониторинг объектов, картографирование и доставку грузов. Ключевыми преимуществами дронов перед традиционными методами аэросъемки (пилотируемая авиация, спутники) являются гибкость разворачивания, высокая пространственно-временная разрешающая способность данных и относительно низкая стоимость операций. Это делает их высокопотенциальным инструментом для достижения и улучшения точного земледелия [4-6].

Функционал агродронов выходит далеко за рамки простой аэрофотосъемки и включает в себя мультиспектральный и тепловой мониторинг состояния посевов, точечное внесение средств защиты растений и удобрений, посев семян и другие операции. Таким образом, агродроны трансформируются из инструмента диагностики в активное средство проведения высокоточных полевых работ, способное в перспективе дополнять или частично заменять тяжелую наземную технику, оптимизируя расход материалов и минимизируя уплотнение почвы [7].

Использование БПЛА в земледелии также способствует решению проблемы нехватки кадров, сокращению издержек на оплату труда и повышению качества продукции [8].

Однако повсеместному внедрению БПЛА мешает слабое понимание в агробизнесе их реальных выгод и недостаточность данных местных исследований, что затрудняет принятие решений об инвестициях и тормозит модернизацию сельского хозяйства [9].

Согласно Стратегии развития беспилотной авиации РФ, государство рассматривает применение беспилотных авиационных систем (дронов) в сельском хозяйстве как одно из приоритетных и уже активно развивающихся направлений, включая авиационно-химические работы, мониторинг посевов и состояния угодий. В 2022 году на услуги с использованием дронов в сельском хозяйстве приходилось около 20% всего рынка услуг БАС в России, а Министерство сельского хозяйства РФ входит в число основных государственных заказчиков беспилотных систем, что подчёркивает официальную поддержку и планомерное внедрение технологий для повышения эффективности отрасли. Для более активного развития агродронов на рынке России, государством были снижены регуляторные барьеры и появились специальные программы для подготовки профессиональных операторов квадрокоптеров [10].

Для сравнительного анализа текущего рынка агродронов были составлены критерии, непосредственно определяющие операционную эффективность и экономическую целесообразность: вместимость баков, производительность, эффективность распыления, ширина захвата, максимальная скорость, полетное время. На основе этих параметров были выбраны следующие модели: XAG P150, XAG P100 Pro, DJI Agras T100, DJI Agras T70P и Vector AGR HD580. Данные модели покрывают широкий спектр эксплуатационных характеристик, что позволяет не только сопоставить технические параметры, но и выявить специализацию каждой модели (см. таблицу).

Сравнительный анализ технико-эксплуатационных параметров передовых агродронов

Параметр	XAG P150	XAG P100 Pro	DJI Agras T100	DJI Agras T70P	Vector AGR HD580
Макс. производительность, га/ч	28	25	25	21	25
Макс. скорость, км/ч	50	50	72	72	50
Полетное время при полной нагрузке, мин	20	7	15	6	6,5
Вместимость контейнера для распыления, л	75	50	100	70	70
Размер капли, Мкр	60-500	60-400	10-500	50-500	50-500
Макс. скорость распыления, л/мин	32	22	30	30	30
Ширина распыления, м	5-12	5-10	5 – 11	4 – 11	5-12
Вместимость контейнера для разбрасывания, л (кг)	115 (70)	80 (50)	150 (100)	100 (70)	100 (80)
Макс. скорость разбрасывания, кг/мин	300	150	400	400	300
Ширина разбрасывания, м	3-9	3-7	3-10	3-10	4-10

Таким образом, наибольшей производительностью (28 га/ч) и максимальным полётным временем при полной нагрузке (20 мин) выделяется XAG P150. Агродроны DJI являются самыми скоростными (72 км/ч). Помимо этого, модель DJI Agras T100 сочетает в себе наибольшую вместимость (100 л и 100 кг) и продолжительное время полета (15 мин). Vector AGR HD580 обладает схожими с DJI Agras T70P характеристиками и представляет его альтернативу. Несмотря на небольшой размер контейнера для распыления (50 л), XAG P100 Pro обладает высокой производительностью (25 га/ч).

Для крупных и высокоинтенсивных хозяйств рекомендуются модели, обладающие большими баками и длительным полетным временем - XAG P150 и DJI Agras T100. Это позволит эффективно и без частых дозаправок обрабатывать поля с большими площадями.

Модели DJI Agras T70P и Vector AGR HD580 рекомендуются для средних хозяйств, так как они обеспечивают сбалансированные показатели производительности, вместимости и времени полёта, оптимальные для обработки средних площадей.

Для небольших хозяйств оптимальным вариантом является XAG P100 Pro, так как в нем сочетается высокая производительность (25 га/ч) и компактный бак (50 л). Его характеристики позволяют эффективно выполнять задачи без избыточных мощностей и высоких затрат.

Список литературы

1. Ториков В. Е., Погонишев В. А., Погонишева Д. А., Дорных Г. Е. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 9. - С. 6-13.
2. Guebsi R., Mami S., Chokmani K. Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges // Drones. - 2024. - Vol. 11. - P. 30. DOI: 10.3390/drones8110686.
3. Singh R., Singh S. A Review of Indian-Based Drones in the Agriculture Sector: Issues, Challenges, and Solutions // Sensors (Basel). - 2025. - Vol. 15. - P. 48. DOI: 10.3390/s25154876.
4. Коваленко Н.Я., Ибиев Г.З. Производство и эффективность плодово-ягодной продукции в регионе // Экономика сельского хозяйства России. - 2019. - № 3. - С.67-70. DOI: 10.32651/193-67.
5. Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С., Чащин А.Н., Заболотнова М.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. - 2019. - № 2. - С. 47-51. DOI: 10.7242/2658-705X/2019.2.5.

6. Абдулхакимов И.А. Применение высокотехнологических агродронов в сельском хозяйстве для повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий // Наука без границ. - 2021. - № 6 (58). - С. 79-87.
7. Журавлев В.А., Кухарев В.Н. Перспективы использования агродронов // Современные средства связи. - 2024. - Т. 1. - № 1. - С. 381-384.
8. Шрейдер А.А. Направление развития использования агродронов в агротехнологиях // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. - 2024. - № 2. - С. 51-53.
9. Туркин В.Н., Шемякин А.В., Кутейникова А.П. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК // Сетевой научный журнал РГАТУ. - 2025. - № 1 (7). - С. 7-21. DOI: 10.36508/journal.2025.77.48.003.
10. Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года: Распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2023 г. № 1630-р // Правительство России: сайт. – URL: <http://government.ru/docs/all/148343/> (дата обращения: 22.01.2026).

<https://doi.org/10.26898/2026-368>
УДК 631.15.017.1

ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Чекусов М.С., канд. техн. наук, в.н.с.,
Тимохин А.Ю., канд. с.-х. наук, в.н.с.,
Михальцов Е.М., канд. техн. наук, в.н.с.
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
e-mail: timokhin@anc55.ru

Аннотация. Приведён обзор возможностей современных отечественных программных продуктов, предназначенных для повышения эффективности сельскохозяйственного производства, обозначены их характерные особенности, проанализированы основные причины отказа средних и малых хозяйств от внедрения цифровых технологий.

Ключевые слова: сельское хозяйство, цифровые технологии, программные продукты, управление хозяйством, планирование, прогнозирование

Омский аграрный научный центр в настоящее время объединяет в своей структуре пять научных подразделений, в число которых входят Сибирский НИИ птицеводства, ВНИИ бруцеллёза и туберкулёза животных, Омский экспериментальный завод, территориально обособленные научно-производственные хозяйства «Боевое», «Омское», опорный пункт семеноводства в степной зоне «Новоуральское» и отдел северного земледелия. Земельные угодья, вовлечённые производство сельскохозяйственной продукции в научном центре, составляют около 60 тыс. га.

Территориальная рассредоточенность научно-производственных хозяйств (более 300 км с севера на юг) с одной стороны позволяет проводить апробацию разрабатываемых сортов, технологий и машин во всех природных зонах Омской области, но с другой стороны является препятствием в централизации управления сельскохозяйственным производством в хозяйствах.

Современные технические возможности сбора разрозненной и разнородной информации от большого количества источников, передачи данных больших объёмов,

машинных технологий их аккумуляции, анализа и автоматизации выбора на его основе оптимальных решений позволяет решить проблему централизации управления удалёнными хозяйствами, осуществив переход к автоматизации управления агропроизводством на основе облачных сервисов. Такой подход даёт возможность оптимизировать работу каждого из звеньев в хозяйстве, начиная с этапа планирования производственных процессов и заканчивая реализацией готовой продукции. При этом сам процесс управления осуществляется на основе прогнозирования с учётом характеристик не только начального периода, но также текущих изменений факторов, оказывающих влияние на результативность прогнозного периода. К таким факторам можно отнести погодные условия и изменения конъюнктуры рынка ресурсов и конечной продукции.

Особенностью внедрения цифровых решений в сельское хозяйство России является то, что они активно внедряются в крупных холдингах, таких как «Русагро», «ЭкоНива», «Мираторг», «Черкизово», «Продимикс» и др. [1].

Использование цифровых технологий в хозяйствах средней величины и мелких тормозится отсутствием средств и недоверием к таким технологиям [2]. Поэтому большинство мелких и средних хозяйств ограничиваются использованием в своём производстве узкоспециализированных цифровых решений, таких как система параллельного вождения и спутниковой навигации, которые позволяют в короткие сроки получить экономический эффект от их внедрения.

За 2022 и 2023 годы количество сельскохозяйственных стартапов в России увеличилось на 30%, при этом большая их часть ориентирована на точное земледелие, интернет вещей и биотехнологии [3].

С 2024 года Омский аграрный научный центр принимает участие в крупном научном проекте по приоритетным направлениям научно-технологического развития «Обеспечение продовольственной безопасности страны на основе создания программно-аппаратных комплексов и интеллектуальных платформенных цифровых решений в сфере развития агропромышленных технологий полного жизненного цикла».

В рамках работы по проекту Омский АНИЦ приступил к внедрению облачного сервиса, предназначенного для автоматизации принятия управленческих решений.

Изучение рынка программных продуктов, предназначенных для оказания помощи в принятии решений специалистами хозяйств сельскохозяйственной отрасли, показало, что в настоящее время на российском рынке нет программных продуктов, интегрирующих внутри себя алгоритмы, способные в полной мере планировать и прогнозировать результативность агропроизводства на предприятии, представленном животноводческой отраслью и растениеводческой, базирующейся на использовании системы точного земледелия и дифференцированных обработок. Представленные на рынке программные продукты имеют, как правило, специализированную ориентированность, представляя собой либо автоматизированную систему для выработки управленческих решений по организации транспортно-логистических цепочек и оптимизации маршрутов движения техники, либо специализированную систему управления животноводческой отраслью (включая кормоприготовление, учёт физической активности животных и другие критерии) или же предполагают организацию полевых работ в растениеводстве.

Однако справедливо отметить, что крупные игроки на рынке информационных услуг для сельскохозяйственных предприятий готовы идти на доработку своих программных продуктов под конкретные потребности потребителя, иногда привлекая для работы на конечный результат своих коллег, имеющих инструментарий и опыт работы в параллельных направлениях. Примером такого сотрудничества можно назвать агрохимическое обследование полей в хозяйстве одной компанией для дальнейшего использования в качестве исходных данных для обработки программно-аппаратным комплексом, разработку которого проводила другая компания. Кооперация такого рода даёт неоспоримые

преимущества обеим компаниям вкупе с повышением результативности программно-аппаратного комплекса для заказчика.

Как уже было отмечено выше, для повышения точности планирования и прогнозирования цифровыми сельскохозяйственными сервисами необходимо учитывать множество факторов, большинство из которых имеют изменчивый характер. При этом справедлива зависимость – чем больше количество учитываемых значимых факторов – тем выше точность, которой можно добиться в конечном результате.

Разработчики программных продуктов для сельского хозяйства учитывают это правило в своей работе и, если говорить о растениеводстве, то прибегают к обработке данных агрохимического обследования полей, спутниковых снимков, мультиспектральных снимков, сделанных с помощью малой и беспилотной авиации для построения карт внутриполевых неоднородностей, данных получаемых от сети метеорологических станций, результатов обследования посевов на предмет появления и распространения вредителей, болезней и сорняков и других данных. Большинство таких наблюдений ведётся на протяжении всего вегетационного периода. Аналитическая обработка получаемых данных позволяет с достаточно высокой степенью прогнозировать наступление тех или иных последствий для формирования урожая каждой из возделываемых культур под влиянием погодных и прочих условий и планировать превентивное выполнение полевых операций по обработке почвы, внесению удобрений, применению средств защиты растений, нацеленных на снижение рисков потерь конечной продукции с учётом возможностей минимизации расходования ресурсов.

Сокращение расходов ресурсов достигается проработкой маршрутов движения транспорта, расчётами траекторий движения машинно-тракторных агрегатов во время выполнения полевых работ, контролем соблюдения необходимых норм применения агрохимикатов, использованием современных и эффективных средств механизации и выстраиванием рациональных логистических производственных цепочек. Объём выполненных работ определяется информационно-аналитической системой автоматически на основе учёта траектории движения транспорта, массы перевезённого груза или ширины захвата орудия.

Участие Омского аграрного научного центра в крупном научном проекте по приоритетным направлениям научно-технологического развития позволяет сделать вывод о несомненной пользе современных информационных систем и средств цифровизации для сельскохозяйственного производства. Однако широкому распространению цифровых решений в сельском хозяйстве России в настоящее время препятствует относительная дороговизна их внедрения, связанная с необходимостью приобретения специализированной техники, средств мониторинга и ежегодными расходами, связанными с ведением таких сервисов разработчиками. Но низкая оборачиваемость средств, высокая капиталоемкость и специфическая инертность, присущая основным сельскохозяйственным отраслям (растениеводство и животноводство) [4] препятствуют широкому распространению цифровизации в сельскохозяйственном производстве России.

Список литературы

1. Цифровые технологии в сельском хозяйстве. Часть 1. – URL: <https://www.secuteck.ru/articles/cifrovye-tekhnologii-v-selskom-hozyajstve-chast-1> (дата обращения: 20.02.2026).
2. Почему в России проседает цифровизация АПК. Главные проблемы. – URL: <https://ivbm37.ru/pochemu-v-rossii-prosedaet-cifrovizacija-apk-glavnye-problemy/> (дата обращения: 20.02.2026).
3. Биотехнологии, IoT и умное земледелие стали самыми популярными технологиями в АПК за 2023 год. – URL: <https://vz-nn.ru/news/banki/57292/> (дата обращения: 20.02.2026)

4. Минеева Н.Н. Проблемы цифровизации сельского хозяйства России // Научный журнал «Эпомен». – 2022. - № 67. -С. 35-47.

<https://doi.org/10.26898/2026-369>
УДК 581.2

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ПО МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Чешкова А.Ф., канд. физ.-мат. наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: cheshanna@yandex.ru

Аннотация. Эффективный мониторинг и своевременное выявление болезней земляники садовой имеют важное значение для обеспечения ее стабильного и надежного производства. Благодаря быстрому развитию беспилотных летательных аппаратов и сенсорных технологий, дистанционное зондирование становится перспективным решением для обнаружения болезней сельскохозяйственных культур. Задача мониторинга состоит в том, чтобы составить карту пораженных участков поля для быстрой и точной обработки. Для решения этой задачи предлагается способ обнаружения заболеваний с использованием метода сегментации на основе глубокого машинного обучения по мультиспектральным изображениям, полученным с БПЛА. В ходе проведенного исследования была выполнена аэрофотосъемка растений земляники, пораженных белой пятнистостью, с помощью мультиспектральной камеры, установленной на квадрокоптере DJI Phantom 4 Multispectral. Полученные изображения были использованы для обучения сверточной нейронной сети U-Net. Общая точность классификации модели составила 83,33%.

Ключевые слова: земляника садовая, диагностика заболеваний, мультиспектральные изображения, беспилотный летательный аппарат, компьютерное зрение, машинное обучение

Введение. В настоящее время для определения состояния растений широко используются методы дистанционного зондирования с применением компьютерного зрения [1]. Компьютерное зрение способно интегрировать передовые методы обработки изображений и глубокого обучения для получения мгновенных, неинвазивных данных о здоровье, росте и продуктивности растений. Автоматически обнаруживая болезни, вредителей и дефицит питательных веществ, эта технология способствует принятию оперативных мер и минимизирует производственные потери.

Одним из наиболее применяемых методов дистанционного зондирования является воздушный мониторинг с использованием различных сенсоров, устанавливаемых на спутниках, пилотируемых самолетах и беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) [2]. К таким сенсорам относятся: RGB, мультиспектральные, гиперспектральные и тепловизионные камеры, датчики флуоресценции хлорофилла, системы лазерного сканирования.

Моделирование и анализ данных, полученных с помощью БПЛА, осуществляют с использованием различных инструментов. Наиболее эффективным и точным способом анализа изображений с целью выявления стрессов растений является использование методов машинного обучения, в том числе глубокого обучения на основе сверточных нейронных сетей [3, 4].

Целью данного исследования является анализ возможности выявления заболеваний земляники садовой по мультиспектральным изображениям, полученным с помощью БПЛА, с использованием методов глубокого машинного обучения.

Материалы и методы. Материалом исследования были растения земляники садовой, выращиваемые в коллекционном питомнике СибФТИ СФНЦА РАН. На участке, размером 37х22 м, находились растения сорта «Фестивальная» трехлетнего возраста. На дату съемки значительная часть растений была поражена заболеванием белая пятнистость (возбудитель *Ramularia Tulasnei* Sacc). С помощью визуального осмотра были отобраны 80 здоровых растений и 80 растений, имеющих видимые симптомы поражения листьев. Отобранные растения были помечены табличками розового и голубого цвета соответственно.

Съемка осуществлялась с помощью квадрокоптера DJI Phantom 4 Multispectral (SZ DJI Technology Co., Ltd., Shenzhen, China). Установленная на дроне камера имеет одну матрицу видимого излучения RGB и пять монохромных для формирования мультиспектральных изображений. Съемка была проведена 15.07.2025 при пасмурной погоде на высоте 3 м. Разрешение съемки составило 2,2 мм/пиксель. В результате съемки получено 2170 снимков с перекрытием 75% в продольном и 60% в поперечном направлении.

Первым этапом обработки снимков, полученных с помощью 5 монохромных камер PM4, была сборка единого мультиспектрального изображения (ортофотоплана) опытного участка. Для данной цели использовалась программа Agisoft Metashape Pro (Agisoft LLC, Россия). Результирующее изображение опытного участка было сформировано в формате geoTiff с разрешением 15000 x 20000 x 5, размером 2,9 Гб.

Вторым этапом была разметка изображений (labelling). На полученном ортофотоплане вручную были выделены области интереса (ROI), содержащие помеченные табличками больные и здоровые растения, а также области почвы (фона). Из каждой выделенной области ROI был создан отдельный файл изображения. Выделение ROI и формирование изображений выполнялось в программе ENVI 5.2 (ITT Visual Information Solutions).

Таким образом, был сформирован набор данных из 360 мультиспектральных изображений размером 64х64х5 (по 120 на каждый класс). Из них 240 – обучающая выборка, 60 – валидационная, 60 – тестовая.

В целях сравнения точности моделей, был подготовлен второй набор данных для анализа, составленный из RGB изображений, также содержащий 360 изображений размером 64х64х3.

В нашем исследовании была рассмотрена модель глубокого машинного обучения U-Net [5]. Сверточная нейронная сеть U-Net одна из наиболее популярных архитектур для решения задач семантической сегментации [6]. Знаменитая U-образная архитектура сети с сужающимся контуром (кодировщиком) для захвата контекста и симметричным расширяющимся контуром (декодировщиком) для точной локализации позволяет объединять высокоуровневые признаки с детальной пространственной информацией, что приводит к созданию высокоточных карт сегментации даже при ограниченном объеме обучающих данных.

Для оценки качества сегментации использовали стандартные критерии, вычисляемые отдельно для каждого класса: Accuracy, Precision, Recall, F1, IoU. Кроме того, определяли общую точность классификации (Overall Accuracy), вычисляемую как процент отношения правильно классифицированных объектов к общему числу объектов.

Все расчеты и анализ данных были проведены в программной среде R с использованием пакетов torch, terra.

Результаты и обсуждение. При обучении U-Net моделей использовался оптимизатор Adam, функция потерь CrossEntropyLoss. В процессе обучения проводилась нормализация и аугментация данных. Модели обучались в течение 50 эпох с начальной скоростью обучения 0,001. На рис. 1 представлена динамика процесса обучения модели на мультиспектральных изображениях.

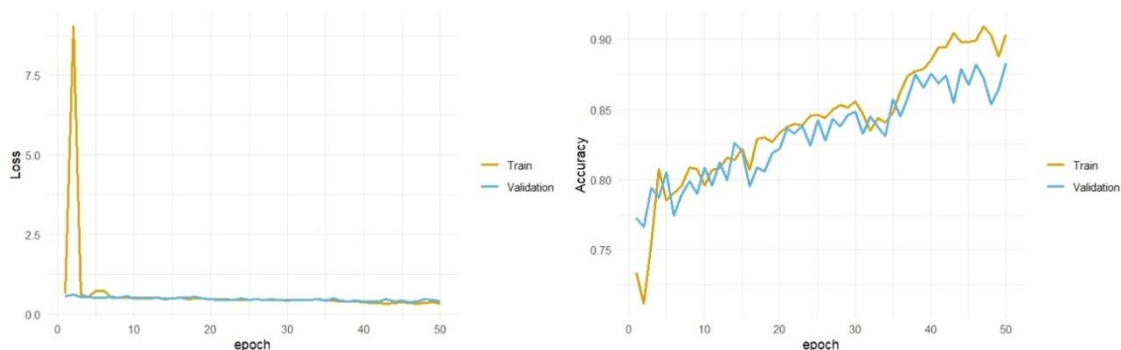


Рис. 1. Графики изменения точности и потерь обучения модели U-Net на мультиспектральных изображениях

Обученные модели были оценены на тестовых выборках (табл. 1, 2). Общая точность классификации U-Net модели, обученной на мультиспектральных снимках, составила 83,33%. Немного ниже точность классификации U-Net модели, обученной на RGB снимках – 81,87%.

Таблица 1

Метрики качества U-Net модели, обученной на мультиспектральных снимках

Класс/метрика	Accuracy	Precision	Recall	F1	IoU
Почва	0.9878	0.9678	0.9954	0.9798	0.9632
Больные	0.8398	0.8631	0.5891	0.6808	0.5608
Здоровые	0.8389	0.7018	0.9256	0.7867	0.6715
Среднее	0.8888	0.8442	0.8367	0.8158	0.7318

Overall Accuracy – 83,33 %.

Таблица 2

Метрики качества U-Net модели, обученной на RGB снимках

Класс/метрика	Accuracy	Precision	Recall	F1	IoU
Почва	0.9969	0.9895	0.9997	0.9945	0.9891
Больные	0.8212	0.8351	0.5034	0.5936	0.4657
Здоровые	0.8193	0.6818	0.9348	0.7731	0.6435
Среднее	0.8791	0.8355	0.8126	0.7871	0.6995

Overall Accuracy – 81,87%.

На предыдущем этапе исследований мы выяснили [7], что точность классификации классического метода машинного обучения RandomForest для данной задачи составляет всего 76,86%. Таким образом, можно сделать вывод, что методы глубокого обучения имеют значительное преимущество при диагностике болезней по мультиспектральным снимкам.

Обученные U-Net модели были применены для сегментации изображений и построения карт распространения грибных болезней земляники на экспериментальном поле (рис. 2).

Выводы. В данной работе мы предложили подход для автоматизированного обнаружения биотических стрессов земляники садовой по мультиспектральным изображениям, полученным с помощью БПЛА. Для анализа полученных снимков и построения карты распространения заболеваний была использована модель глубокого обучения U-Net, показавшая общую точность классификации 83,33 %. Данное исследование подтвердило, что предлагаемая архитектура глубокого обучения обладает потенциалом для обнаружения заболеваний земляники. Дальнейшая работа будет направлена на повышение точности классификации путем обучения модели U-Net на большем количестве мультиспектральных изображений, полученных с БПЛА. Кроме того, планируется проверить возможность использования архитектуры Vision Transformers для данной задачи.

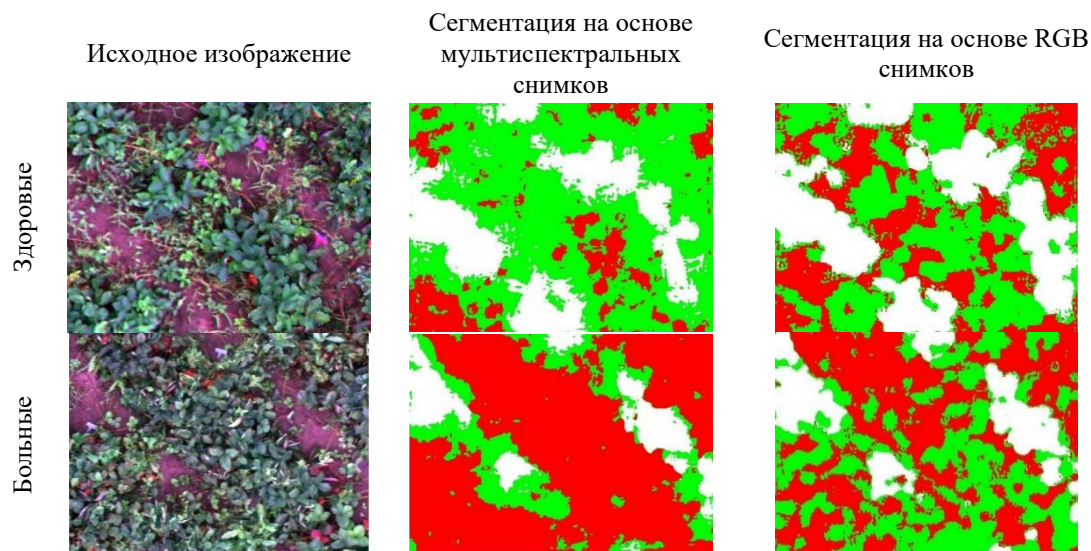


Рис. 2. Результат сегментации изображений обученными моделями

Список литературы

1. Ye D.P., Wu L.B., Li X.B., Atoba T.O., Wu W.H., Weng H.Y. A synthetic review of various dimensions of non-destructive plant stress phenotyping // *Plants*. – 2023. – Vol. 12(8). – P. 1698. DOI: 10.3390/plants12081698.
2. Neupane K., Baysal-Gurel F. Automatic Identification and Monitoring of Plant Diseases Using Unmanned Aerial Vehicles: A Review // *Remote Sensing*. – 2021. – Vol. 13. – P. 3841.
3. Sajitha P., Andrushia A.D., Anand N., Naser M.Z. A review on machine learning and deep learning image-based plant disease classification for industrial farming systems // *Journal of Industrial Information Integration*. – 2024. – Vol. 38. – P. 100572. DOI: 10.1016/j.jii.2024.100572.
4. Ding W., Abdel-Basset M., Alrashdi I., Hawas H. Next generation of computer vision for plant disease monitoring in precision agriculture: A contemporary survey, taxonomy, experiments, and future direction // *Information Sciences*. – 2024. – Vol. 665. – P. 120338. DOI: 10.1016/j.ins.2024.120338.
5. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // *Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, Munich, Germany, 5–9 October 2015; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. P. 234–241.
6. Zhang T., Xu Z., Su J., Yang Z., Liu C., Chen W.-H., Li J. Ir-UNet: Irregular Segmentation U-Shape Network for Wheat Yellow Rust Detection by UAV Multispectral Imagery // *Remote Sensing*. – 2021. – Vol. 13. – P. 3892.
7. Чешкова А.Ф., Риксен В.С. Обнаружение болезней земляники садовой с использованием мультиспектральной съемки с БПЛА // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2025. – Т. 19. – № 2. – С. 45-52. DOI: 10.22314/2073-7599-2025-19-2-45-52.

Содержание

РАСТЕНИЕВОДСТВО, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

1.	Авдеенко Л.М., Макаренко Д.С., Давыдова Н.В., Авдеенко К.В. ОЦЕНКА СОРТОВ ТОМАТА ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСАЦИИ...	4
2.	Асташова Т.В., Бабушкин Д.Д. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЧУМИЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ.....	8
3.	Бобоев А.А., Партоев К. ОБ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ F2 ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЮГЕ ТАДЖИКИСТАНА.....	12
4.	Бадмаева О.Б., Хангажинов А.А., Анганов В.В. СОСТАВ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ.....	14
5.	Белан И.А., Россеева Л.П., Трубочеева Н.В., Першина Л.А. ИЗУЧЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННО ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ У ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ.....	18
6.	Боровикова Т.В., Петрук В.А. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ РЕМОНТАНТНОЙ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	22
7.	Гаркушева Н.М., Уланов А.К. РЕЗУЛЬТАТЫ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ ЯРОВОГО ОВСА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ.....	25
8.	Григорьев Ю.П., Белан И.А., Россеева Л.П. СТРУКТУРА УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ.....	28
9.	Гусева Н.К., Васильева Н.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЗОЛОТИСТОЙ.....	32
10.	Давлатова О.С., Аъзамов У.О. РОЛЬ РЖАВЧИННЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В ТАДЖИКИСТАНЕ.....	34
11.	Демидова А.И., Носкова В.И., Кличханов Э.И. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАГОТОВКИ СИЛОСА В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	36
12.	Дмитрова Е.С., Цаценко Л.В. ВЛИЯНИЕ ФОНОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА У СЕЛЕКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЗА 2023–2025 гг.	40
13.	Дробова В.А., Турпанова Р.М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СРОКА И УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ ЦИСТ ARTEMIA.....	42
14.	Евсеева А.Н., Логвинов А.В. КОЛЛЕКЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ФГБНУ «ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО- ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ»: ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ФОНД ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ.....	46
15.	Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко Н.А., Новосело В.А. СОЗДАНИЕ НОВЫХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ СОРТОВ ПИВОВАРЕННОГО И КОРМОВОГО ЯЧМЕНЯ В ФИЦ «НЕМЧИНОВКА».....	49
16.	Жалгасбайкызы Ж., Тыныкулов М.К. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ ЭКДИСТЕРОИДОВ ИЗ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЯ <i>SILENE BRAWUICA</i>	53
17.	Зеленцова П.С., Юсова О.А. ЖИРНО–КИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ МАСЛА ЛЬНА СОРТА СЕВЕРНЫЙ.....	56
18.	Иванов В.С., Чагин В.В. СОРТОВАЯ ОЦЕНКА РЕДИСА СРЕДНЕСПЕЛОЙ ГРУППЫ СПЕЛОСТИ ПРИ ОСЕННЕМ ПОСЕВЕ.....	60

19.	Исачкова О.А. ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ПОРАЖЕННОСТЬ СЕМЯН ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА ФИТОПАТОГЕНАМИ.....	64
20.	Капустина В.Е., Блинов А.Г., Гончаров Н.П. МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СПЕЛЬТООИДНОСТИ И ЛОМКОКОЛОСОСТИ У АМФИДИПЛОИДОВ ПШЕНИЦЫ С ЭГИЛОПСАМИ СЕКЦИИ <i>SITOPSIS</i>	67
21.	Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А., Гришин В.М. СОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР СЕЛЕКЦИИ СФНЦА РАН.....	70
22.	Кравцов С.В. КОРМОПРОИЗВОДСТВО БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	73
23.	Крахмалёва М.С., Мамедов Р.З., Бугрова В.В., Елаткин Н.П., Соболев С.В. СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ФИЦ «НЕМЧИНОВКА».....	78
24.	Круглова Л.А., Старковский Б.Н. ПОДБОР ВИДОВ ЛУГОВЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИЛОСА.....	81
25.	Махкамбойзода Ф., Партоев К. ОБРАЗОВАНИЕ ЦВЕТОВ И ЯГОД У РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ (<i>SOLANUM TUBEROSUM L.</i>) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА ТАДЖИКИСТАНА.....	85
26.	Мухордова М.Е., Власова А.А., Урман М.В. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ СОПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ.....	87
27.	Некоз Д.И., Цаценко Л.В. КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.....	91
28.	Николаев А.А., Максимов П.Е., Лоскин М.И. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ).....	94
29.	Новиков Д.И., Пестерева Е.С, Павлова С.А., Захарова Г.Е., Жиркова Н.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАВСТОЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КОРМОВ НА ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	98
30.	Окимбек С.Б., Сапарбекова А.А. СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ И КУЛЬТУРА <i>IN VITRO</i> : СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	101
31.	Оразов К.О., Кулиев К. РАННЯЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ ЛИСТОПАДНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ХЛОПКОВОДСТВО.....	105
32.	Полякова Р.С., Кузнецова Г.Н. ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	108
33.	Потапов Д.А., Полюдина Р.И., Перфильев Р.Н., Салина Е.А., Кашеваров Н.И. СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ СОИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	112
34.	Расулзода Б.Р., Набиев Т.Н., Зайнуллов Ф.Д. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ТАДЖИКИСТАНА.....	115
35.	Салина Е.А., Стасюк А.И., Киселева А.А., Леонова И.Н. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА СКОРОСПЕЛОСТЬ.....	120
36.	Сидаренко Д.П. ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ В 2014–2023 гг.	123
37.	Слынько Н.М., Васильева А.Р., Гончаров Н.П., Пельтек С.Е. СЕЛЕКЦИЯ ПО ПЕРВИЧНЫМ И ВТОРИЧНЫМ МЕТАБОЛИТАМ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОАДАПТИВНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ.....	127
38.	Суворова Г.Н., Иконников А.В. УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ ОРЛОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В РАЗНЫЕ ГОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ.....	130

39.	Табанбаева Э., Алпамысова Г.Б. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТОВЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ГИДРОПОННЫХ СИСТЕМАХ.....	134
40.	Турчанинов Е.А., Пономарев С.В., Левина О.А., Ахмеджанова А.Б., Федоровых Ю.В., Терганова Н.В. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИОННОГО КОМБИКОРМА НА РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ГИБРИДА ‘РУССКИЙ ОСЕТР × ЛЕНСКИЙ ОСЕТР’ В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	137
41.	Халикова С.П. ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯЧМЕНЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ПОЛЕГАЕМОСТИ, ЖАРЕ И ЗАСУХЕ В УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕННОЙ БОГАРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА.....	140
42.	Цыбенков Б.Б. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ БУРЯТИИ.....	146
43.	Чеботько А.В., Полянский А.Е., Пленкова В.С., Маракаева Т.В. ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ (<i>LATHYRUS SATIVUS L.</i>) В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА РОССИИ.....	150
44.	Юсова О.А., Решетникова Е.С. КОСТРЕЦ БЕЗОСТЫЙ В СЕЛЕКЦИИ: АНАЛИЗ УРОЖАЙНОСТИ И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА.....	154
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ		
45.	Агапов А.С., Рязанова Л.Г. ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МАЛИНЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА.....	158
46.	Алипов Д.С., Пигорев И.Я. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЧЕЧЕВИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ФОЛИАРНЫХ ГЕРБИЦИДНЫХ ОБРАБОТОК.....	160
47.	Алипов Д.С., Пигорев И.Я. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВОЙ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЧЕЧЕВИЦЫ ЗЕЛЕННОЙ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	164
48.	Атахонова М.Д., Маджидов Ф.М. БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДНОНОСЯЩИХ ДЕРЕВЬЯХ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНЫХ САДАХ В УСЛОВИЯХ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА.....	167
49.	Бабенко А.С., Куровский А.В. ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЕМ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	171
50.	Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А. ПРИМЕНЕНИЕ РЕТАРДАНТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	174
51.	Берендеева Л.О., Григорьев Ю.П., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ НА ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	177
52.	Бобохониён З.К., Каримова Ф.Дж., Караев Ш. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГИССАРСКОМ И ЕГО АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНАХ.....	181
53.	Бобровский А.В., Козулина Н.С., Василенко А.В., Крючков А.А., Сас Р.Н. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ МАРКИ СОЛЮТ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ.....	185
54.	Бурлакова С.В., Егорычева М.Т., Кудашкин П.И., Щербань А.Б., Фоменко В.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КОМПЛЕКСАМИ НОВОХИЗОЛЯ И КОЛЛОИДНОЙ СЕРОЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	189
55.	Воскобоев П.Д., Коломейчук Л.В., Ефимова М.В. ВЛИЯНИЕ ЛАКТОН- И КЕТОНСОДЕРЖАЩИХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА РАСТЕНИЯ РАПСА ПРИ ВОДНОМ ДЕФИЦИТЕ.....	193

56.	Гарафутдинова Л.В., Федоров Д.С., Колбин С.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ NDVI И МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	197
57.	Гвоздева М.С., Кудинова О.А., Волкова Г.В. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ ЯЧМЕНЯ К ДВУХКОМПОНЕНТНЫМ ФУНГИЦИДАМ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ КЛАССОВ.....	200
58.	Гилёв А.М., Брикманс А.В., Нестерова О.В., Сакара Н.А. СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В АГРОПОЧВАХ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ И БИОУГЛЯ.....	202
59.	Горбунова Е.В., Пахолкова Е.В., Разуваева А.В., Коломиец Т.М., Сколотнева Е.С. ПОСТУЛИРОВАНИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К СЕПТОРИОЗУ STB1, STB2 В МАТЕРИАЛЕ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ ПИТОМНИКА КАСИБ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МАРКИРОВАНИЯ.....	207
60.	Джуманазарова А.З., Шпота Е.Л. ОРАНЖЕВЫЙ ИЗОЛЯТ МИКРОМИЦЕТА С ПОВЕРХНОСТИ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ И ЕГО АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....	210
61.	Динкелакер Г.Е., Ефименко Д.В., Чан-оглы Д.Д. СОЯ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАСЛИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ.....	214
62.	Запрудский А.А., Бойко С.В., Немкевич М.Г., Ленский А.В., Корытцо К.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГРОДРОНОВ В ЗАЩИТЕ КУКУРУЗЫ ОТ ДОМИНАНТНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	218
63.	Зюбанова Т.И., Акимова Е.Е., Минаева О.М. ИНТРОДУКЦИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ <i>EISENIA FETIDA</i> КАК ОДИН ИЗ ПРИЁМОВ БИОКОНТРОЛЯ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ПШЕНИЦЫ.....	221
64.	Ибатуллин И.М., Гилязов М.Ю. КРЕМНИЙ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ШПРЕНГЕЛЯ – ЛИБИХА.....	225
65.	Иванова И.А., Кудашкин П.И. ОСОБЕННОСТИ ФИТОСАНИТАРНОЙ СИТУАЦИИ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	229
66.	Илюшкина О.В. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТНОГО АЗОТА В ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ПЯТИПОЛЬНОГО СЕВООБОРОТА.....	233
67.	Илюшкина О.В. ПОДВИГ АГРАРНОЙ НАУКИ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ.....	235
68.	Казакова О.А., Довлетов И.Я., Солянкин Н.Д. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	239
69.	Кекало А.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТОДА В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ.....	243
70.	Киселёва А.А., Шулико Н.Н. ЧИСЛЕННОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ МИКРОБИОТЫ РИЗОЦЕНОЗА ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ.....	247
71.	Колбин С.А., Самохвалова Л.М., Данилова А.А. К ВОПРОСУ О ЗНАЧЕНИИ ЧИСТЫХ ПАРОВ В ЗЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ.....	249
72.	Коробейников А.С., Алабугина М.Л., Ашмарина Л.Ф. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	253
73.	Коротков Ю.А., Иванова О.М., Рязанова Т.С. ФИТОЭКСПЕРТИЗА СОРТООБРАЗЦОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА СЕЛЕКЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ИМ. И.В. МИЧУРИНА.....	256
74.	Косенок Р.В., Максимов А.С., Гилёв А.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЙОДА В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ МИКРОЗЕЛЕНИ ОВСА.....	260

75.	Кравец А.В. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОТНОШЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СЕМЕННЫХ ИНФЕКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	264
76.	Кудинова О.А., Гвоздева М.С., Волкова Г.В. ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ ОБРАБОТОК ФУНГИЦИДОМ В ПОНИЖЕННОЙ НОРМЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА ВИРУЛЕНТНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ ЯЧМЕНЯ.....	267
77.	Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. УРОЖАЙНОСТЬ РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА И ЗАСОРЕННОСТИ АГРОЦЕНОЗА.....	269
78.	Лапочкина И.Ф., Гайнуллин Н.Р., Макарова И.Ю., Коваленко Н.М., Петин В.А. СОЗДАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ОБЛИГАТНЫХ ГРИБНЫХ ПАТОГЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ КОЛЛЕКЦИИ «АРСЕНАЛ».....	273
79.	Ломова Т.Г. ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ СОЛОНЦОВ.....	276
80.	Малюга А.А., Енина Н.Н., Гутина Е.М., Гутин Д.Л., Самбыла Ч.Н., Ходаева В.П., Чуликова Н.С. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В ОТНОШЕНИИ РИЗОКТОНИОЗА И ЕГО ЧИСЛЕННОСТЬ В ПОЧВЕ ОПЫТНЫХ ПОЛЕЙ КЕМЕРОВСКОГО НИИСХ – ФИЛИАЛА СФНЦА РАН.....	280
81.	Махмадалиев С.М., Караев Ш., Каримова Ф.Дж. ОСОБЕННОСТИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И БОНИТИРОВКИ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН).....	283
82.	Мельник Д.С., Ефимова М.В. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТВЕТ РАСТЕНИЙ С НАРУШЕННЫМ СИНТЕЗОМ БРАССИНОСТЕРОИДОВ ПРИ ЗАСУХЕ.....	288
83.	Миллер Е.И., Дёмин Е.А. ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	290
84.	Монгуш Л.Т. ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ БИОТОРФИНОМ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА.....	293
85.	Моргацкая П.В., Минаева О.М. АНТИФУНГАЛЬНАЯ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ <i>PSEUDOMONAS EXTREMORIENTALIS</i> PHS1 ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА РАЗНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СУБСТРАТА.....	296
86.	Орлова Е.А., Бехтольд Н.П., Щербань А.Б., Фоменко В.В. ИЗУЧЕНИЕ ФУНГИЦИДНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НОВОХИЗОЛЯ В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ.....	301
87.	Позднякова И.В., Ходаева В.П., Бессолицына О.Г. ОЗДОРОВЛЕНИЕ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В КЕМЕРОВСКОМ НИИСХ – ФИЛИАЛЕ СФНЦА РАН.....	305
88.	Романов В.Н., Козулина Н.С., Василенко А.В., Крючков А.А., Сныткова Т.А. СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СРЕДНЕЙ СИБИРИ...	308
89.	Ручкина А.В., Старцева А.А., Ушаков Р.Н., Виноградов Д.В. ПОЧВА И МИНЕРАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ.....	311
90.	Ташаева А.Д., Мухтаров А.К. ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЯХ ВИДА <i>LINARIA CRETACEA</i>	314
91.	Теплякова О.И. РАЗЛОЖЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ВЕРХНЕМ ПРИКОРНЕВОМ СЛОЕ ПОЧВЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕСТИЦИДНОЙ ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАННЕГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ.....	319
92.	Тетерин Д.М., Усова К.А. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ.....	322

93.	Тимохин А.Ю., Михайлов В.В., Шаповал М.С. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	324
94.	Ткаченко Г.И. ПОИСК МЕТОДА ПОЧВЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ В НОВОСИБИРСКОМ ПРИОБЬЕ.....	328
95.	Тукмачева Е.В. ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В РИЗОСФЕРЕ СОИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ.....	331
96.	Утенков Г.Л., Малюга А.А. РЕЗЕРВЫ РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ.....	334
97.	Харюткина Е.В., Морару Е.И., Логинов С.В. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОЧВЫ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	338
98.	Чекин Г.В., Силаев А.Л. СООТНОШЕНИЕ ОБМЕННЫХ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ РЕКИ ДЕСНА.....	341
99.	Черемнова В.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	344
100.	Чуликова Н.С., Малюга А.А., Голощапов С.А., Енина Н.Н., Близнюк У.А. ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ РЕНТГЕНОВСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ НА СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УРОЖАЙНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА.....	348
101.	Шабанова И.В. СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	351
102.	Шаповал М.С., Тимохин А.Ю., Михайлов В.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	353
103.	Шаталова Е.И., Воронкова А.В. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ <i>NABIS FERUS</i> НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ТЛИ НА ЗЛАКОВЫХ ТРАВАХ.....	357
104.	Шашко Ю.К. АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ НА РЫНКЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	359
105.	Эрст Т.В., Сколотнева Е.С., Шаталова Е.И., Шедько Е.Д., Тамкович Н.В. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ГРИБОВ <i>MONILINIA</i> SPP.	365
106.	Якунина Н.А., Мешкова Л.В. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО К ФИТОПАТОГЕНАМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	367
107.	Khomitsky E.E., Maksimovich K.Yu., Zamotajlov A.S., Belyi A.I. REVISITING THE IMPACT OF PESTICIDE PRESSURE ON GROUND BEETLES IN KRASNODAR KRAI (COLEOPTERA, CARABIDAE).....	371
108.	Khomitskiy E.E., Mikhailova D.K., Zamotajlov A.S., Belyi A.I., Maksimovich K.Yu. WINTER ACTIVITY OF GROUND BEETLES IN THE AGROLANDSCAPE OF THE CENTRAL ZONE OF KRASNODAR KRAI (COLEOPTERA, CARABIDAE).....	374
109.	Vasilieva N.V., Kalichkin V.K., Maksimovich K.Yu., Fedorov D.S. FACTORS LIMITING THE DEVELOPMENT OF LEAF STEM INFECTIONS IN SPRING WHEAT UNDER CONDITIONS OF THE WESTERN SIBERIAN FOREST-STEPPE.....	376
ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ		
110.	Аныев Д.Б. ОПТИМИЗАЦИЯ ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА В ТУРКМЕНИСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CROPWAT И ДАННЫХ NASA POWER.....	380
111.	Артюхов М.Ю., Железнова Т.К. ОСЕННИЕ ОРНИТОКОМПЛЕКСЫ ГОРОДОВ И ПОСЕЛКОВ ЮГА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	382

112.	Байбеков Р.Ф., Белопухов С.Л. СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	386
113.	Быченко Р.Ю., Болдырева Л.М. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	388
114.	Валиуллин Л.Р., Самсонов А.И., Ерошин А.И., Валиуллина Д.А., Демин Д.В. ВЛИЯНИЕ ЗЕАРАЛЕНОНА И Т-2 ТОКСИНА НА МИКРОБИОМ КИШЕЧНИКА КРЫС ПРИ РАЗДЕЛЬНОМ И СОЧЕТАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.....	390
115.	Гаврилова Н.Г. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС СТРАН АФРИКИ В СОСТАВЕ БРИКС.....	393
116.	Ганиев И.М., Зверева Л.Н., Валиуллин Л.Р., Гайнуллин Р.Р. БИОРЕМЕДИАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В СТОЧНЫХ ВОДАХ.....	397
117.	Гюлалыев Ч. МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ В КОНТЕКСТЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ.....	400
118.	Даменова Ф.Г., Бектурова А.Ж. БИОИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ: ГЕРМЕНЕВТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	407
119.	Достанбекова Н.К., Салхожаева Г.М. АЗОТФИКСИРУЮЩИЕ БАКТЕРИИ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ АЗОТА В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ.....	411
120.	Егоров В.И., Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Галяутдинова Г.Г., Семенов Э.И. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛОТИАНИДИНА НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ.....	414
121.	Ерошин А.И., Мусин Р.Р., Бирюля В.В., Гайнуллин Р.Р., Валиуллин Л.Р. СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ УГЛЕРОДА И АЗОТА ПРИ КОМПОСТИРОВАНИИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА.....	417
122.	Илюшов Н.Я., Некрасов М.Ю. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА ДЫМА ОТ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ.....	421
123.	Исаева Ж.Б. РАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАЗАХСТАНА: СОСТОЯНИЕ, МЕТОДЫ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	424
124.	Карпенко М.С., Болдырева Л.М. ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКРОПЛАСТИКА НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ.....	428
125.	Маланьев А.В., Халикова К.Ф., Ямалова Г.Р., Алеев Д.В., Мишина Н.Н., Вагин К.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ АНТИТОКСИЧЕСКОЙ СЫВОРОТКИ (АС) ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ИМИДАКЛОПРИДОМ.....	430
126.	Мухаммадиев Р.С., Валиуллин Л.Р., Мухаммадиев Р.С., Хусаинова Г.И., Фазулзянов И.Р. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ЛЕКТИНА <i>RHIZOSTONIA SOLANI</i> RS КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БИОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ.....	433
127.	Мушанов Г.К., Чудновская Г.В. АНАЛИЗ РАБОТ ПО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ В ИРКУТСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЗА 2023-2025 ГОДЫ.....	436
128.	Потехина Р.М., Юсупов С.А., Хузин Д.А., Лукина Г.Р., Калимуллин Ф.Х. МИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРМОВ ИЗ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ-ЭЛ.....	439
129.	Руднев М.О., Степаненко Е.Е. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ БИОДИАГНОСТИКИ.....	442
130.	Ручкина К.В., Мерзляков О.Э. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФЛЮОРОКАРБОНОВЫХ ЧАСТИЦ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ГРУНТЕ.....	444

131.	Рычкова А.И., Зюбанова Т.И. ВЛИЯНИЕ ДОЗ НАВОЗА И ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ НА РАСТЕНИЯ ПШЕНИЦЫ.....	447
132.	Сердюк В.Ю., Замотайлов А.С. К ИЗУЧЕНИЮ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ ЖУЖЕЛИЦ (<i>COLEOPTERA</i> , <i>CARABIDAE</i>), НУЖДАЮЩИХСЯ В ОСОБОЙ ОХРАНЕ НА КУБАНИ.....	450
133.	Счастливец Е.Л., Юкина Н.И., Быков А.А. МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	453
134.	Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е., Кашеваров Г.С., Танасева С.А., Хаммадов Н.И. МАРКЕРЫ ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ ПРИ СОЧЕТАННОМ МИКОТОКСИКОЗЕ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО СРЕДСТВА.....	456
135.	Тарасова Е.Ю., Хаммадов Н.И., Матросова Л.Е. ПОДБОР ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТВЕТА ОРГАНИЗМА СВИНЕЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКОТОКСИНОВ.....	459
136.	Турчина Т.А., Янченко З.А., Турчин М.Т. МИНЕРАЛИЗАЦИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НОРИЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ.....	462
137.	Уманская А.В., Степаненко Е.Е. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ.....	466
138.	Халикова В.А., Зеленская Т.Г., Степаненко Е.Е. ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. БАРСУЧКИ.....	470
139.	Хузин Д.А., Лукина Г.Р., Саматова А.А., Муртазина З.Д., Тарасова Е.Ю. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПЫТОВ ПО ИНТРАНАЗАЛЬНОЙ ВАКЦИНАЦИИ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ.....	473
140.	Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Егоров В.И., Маланьев А.В., Алеев Д.В. АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА КУРКУМИНА ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ ДИКВАТОМ.....	476
141.	Omirezakov R., Jumanov A.O. RARE SPECIES OF FAUNA AS PART OF NATURAL RESOURCES: CHALLENGES OF LEGAL REGULATION AND PRESERVATION OF ECOLOGICAL BALANCE.....	479

ЭКОНОМИКА И ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

142.	Азаби Ахмед Омар Юсеф ЗНАЧИМОСТЬ РОССИЙСКОГО ЗЕРНА ДЛЯ АРАБСКИХ СТРАН.....	483
143.	Березовский В., Быков А.А. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТА РОСТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОГО МОЛОКА.....	486
144.	Бессонова Е.В. РОЛЬ ЖИВОТНОВОДСТВА В ПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	489
145.	Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. РАЗВИТИЕ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССЕ.....	493
146.	Борисов Д.В. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫБОВОДСТВА В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ.....	495
147.	Борисова О.В. ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ КРУПЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СИБИРИ.....	499
148.	Бутакова М.М., Соколова О.Н. ПРОДУКТОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ РОССИЙСКОГО ЗЕРНОВОГО ЭКСПОРТА.....	503
149.	Герасимов В.О., Быков А.А. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ.....	505
150.	Гребенюк Е.Е., Астра А.А. ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ АПК.....	509
151.	Гриценко Г.М. ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В АПК.....	512

152.	Евдокимова Н.Е. ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ В РОССИИ.....	516
153.	Ерамасова А.В., Белокуренько С.А. ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ТРАНСФОРМАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ РОССИИ.....	519
154.	Ерамасова А.В., Белокуренько С.А. СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ: КАК РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА ВЛИЯЕТ НА СОЦИАЛЬНОЕ НЕРАВЕНСТВО И УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ.....	522
155.	Ерамасова А.В., Белокуренько С.А. ЭКОНОМИКА АРЕНДЫ ЗЕМЛИ В РОССИИ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ, МОДЕЛЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА АГРОБИЗНЕС.....	525
156.	Женихов В.В., Жиликов Д.И. ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В РАМКАХ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНА «НА СЕВЕРЕ – ЖИТЬ!».....	529
157.	Имидеева И.В. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В УСЛОВИЯХ ДЕПОПУЛЯЦИИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	533
158.	Йигиталиев М.М., Быков А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПОЧЕК КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА.....	537
159.	Йигиталиев М.М., Быков А.А. РАЗВИТИЕ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА В УСЛОВИЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ..	540
160.	Кондратенко С.А. ПЕРСПЕКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДО 2040 ГОДА.....	543
161.	Красноперова Е.А. ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ АГРАРНОГО СЕКТОРА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКИЕ РЕГИОНЫ.....	548
162.	Левина С.А., Гриценко Г.М. ВЛИЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА: МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	552
163.	Лисицин А.Е. РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	556
164.	Лихтанская О.И. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО: ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОЭКОЛОГИИ В ПРИБЫЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ.....	558
165.	Локтионова Е.В., Сергеева Н.В. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	560
166.	Максимов М.В., Шарыбар С.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ФАКТОР АДАПТАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ К УСЛОВИЯМ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ.....	563
167.	Минина А.Е., Белокуренько Н.С. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ОБОРОТ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ.....	566
168.	Миронова Д.А., Кундиус В.А. ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОТ СЫРЬЕВОГО ЭКСПОРТА К СОЗДАНИЮ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ ДОБАВЛЕННЫХ СТОИМОСТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КЛАСТЕРОВ).....	568

169.	Нечаев Д.В., Ванчикова Е.Н. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	572
170.	Ожогова О.В. АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ОВОЩЕЙ В РЕГИОНЕ.....	575
171.	Петрягин Д.С., Гриценко Г.М. ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АССИСТЕНТОВ В УПРАВЛЕНИЕ АГРОХОЛДИНГАМИ: ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ.....	578
172.	Плотников С.Н. Кузнецова И.Г. ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СКОТОВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ).....	582
173.	Тараканова Д.Ю. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОЙ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.....	586
174.	Тю Л.В., Шаповалов Д.В., Стенкина М.В. СОЗДАНИЕ АГРОБИОТЕХНОПАРКА КАК ФАКТОР НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА В СИБИРИ.....	588
175.	Хежев А.М., Марактаева Е.Н., Идрисов А.Н., Мухаметзянова А.Р., Котеева А.С. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В СТРАНАХ ЕАЭС.....	593
176.	Цаценко Н.А., Моисеев А.В. К ВОПРОСУ ПРОДВИЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БИОЭКОНОМИКИ В ОТРАСЛЬ РАСТЕНИЕВОДСТВА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	596
177.	Чекусов М.С., Терентьев А.В., Михальцов Е.М., Кем А.А. ПЛАНИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕПОЧЕК В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	600
178.	Чиж Д.А. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	603
179.	Тимофеева А., Шарыбар С.В. РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	606
ЗООТЕХНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ		
180.	Абдулова К.Р., Яньшина К.С., Гречкина В.В. РАДИОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ СУХИХ КОРМОВ ДЛЯ КОШЕК РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.....	609
181.	Авадани Д.А., Гончаренко Г.М., Хорошилова Т.С., Халина О.Л., Гришина Н.Б. ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ TNF-L-824, SCD1, PIT1 НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ КРАСНОЙ СТЕПНОЙ ПОРОДЫ.....	611
182.	Бабаков В.Ю., Солошенко В.А. ДЕГУСТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА МЯСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД.....	616
183.	Бекенёв В.А., Волков Д.В., Мерзлякова О.Г., Чайко Н.В., Чегодаев В.Г. ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ НА СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ КРОВИ, ВОСПРОИЗВОДСТВО И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ.....	620
184.	Галеева А.Г., Ахунова А.Р., Кузнецова Ю.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКОМБИНАНТНЫХ АНАЛОГОВ КАПСИДНОГО БЕЛКА ЦИРКОВИРУСА СВИНЕЙ 2-ГО ТИПА ДЛЯ СЕРОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	623
185.	Галеева А.Г., Ахунова А.Р., Кузнецова Ю.А. УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К БИОСИНТЕЗУ ДИАГНОСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ АНТИГЕНОВ ВИРУСНЫХ ПАТОГЕНОВ СВИНЕЙ.....	627
186.	Донченко А.С., Козеев Е.В., Козеев А.Е., Плотников Я.В. ЦИФРОВОЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ КУТИМЕТР И ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ НА ТУБЕРКУЛЕЗ.....	630

187.	Дуркина В.А., Казаков Д.С. ВЛИЯНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ И ПОЖИЗНЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ.....	634
188.	Дускаев Г.К. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМА У МЯСНОГО СКОТА: ВЗАИМОСВЯЗЬ С МИКРОБИОМОМ.....	637
189.	Игнатенкова М.Ю., Авадани Д.А., Гончаренко Г.М. АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД В ЗИМНИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ.....	640
190.	Кашаева А.Р., Ахметзянова Ф.К., Шарипов Д.Р., Миникаев Д.Т. МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕНАЖА ИЗ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ.....	642
191.	Климанова Е.А., Андреева В.А.. ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА В ГЕНЕ ВМР-15 НА КОЛИЧЕСТВО ПОЛИПЛОИДНЫХ КЛЕТОК.....	645
192.	Козеев Е.В. О ЛАБОРАТОРИИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЭВСиДВ.....	648
193.	Козырев А.М., Овчинников А.А. РАЗЛИЧИЕ В ПЕРЕВАРИМОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНА У ЦЫПЛЯТ- БРОЙЛЕРОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ.....	652
194.	Макарова Е.Ю. ЖИВАЯ МАССА И ПРИРОСТЫ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ, РАЗВОДИМЫХ В РАЗНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА.....	656
195.	Манукян Е.А., Лепёхина Т.В., Бакай Ф.Р., Дао Туан Кьет ПОВТОРЯЕМОСТЬ И НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ.....	658
196.	Мухленов О.С., Черкашина А.Г. ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЯСА БЫЧКОВ ПОРОДЫ ЯКУТСКИЙ СКОТ.....	663
197.	Павлова Л.А., Каширина Л.Г. РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ БЕРЕМЕННОСТИ У КОЗ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОДЫ.....	666
198.	Петрова М.Ю., Новикова Н.Н. ПОВТОРЯЕМОСТЬ РЕКОРДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КОРОВ С РАЗНОЙ КРОВНОСТЬЮ.....	670
199.	Пешевич А.А., Музыка А.А. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО ОТКОРМА БЫЧКОВ ГОЛШТИНСКОЙ, КРАСНОЙ ДАТСКОЙ ПОРОД И ИХ ПОМЕСЕЙ НА ИХ РОСТ И РАЗВИТИЕ.....	673
200.	Рудак А.Н., Заяц О.В., Рудак А.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ, МОРФОТИПНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЁЛ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ.....	676
201.	Сайфутдинова Л.Н., Никитина А.А. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОЛОКА, ПОЛУЧАЕМОГО ОТ КОЗ АНГЛО-НУБИЙСКОЙ ПОРОДЫ.....	681
202.	Солошенко В.А., Магер С.Н., Захаренко А.М., Швыдков А.Н., Ломовский И.О., Соловьёв К.А., Тихова В.Д. МЯСНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....	684
203.	Султанова С.Б., Кулиев К. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО СТАДА КАРАКУЛЬСКИХ ОВЕЦ.....	691
204.	Третьяков Е.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕЩЕНИЯ РАПСОВОГО ШРОТА ЖМЫХОМ ЛИЧИНКИ ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ В РАЦИОНЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ.....	694

205.	Троценко И.В. ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ КОРОВ И ПРИЧИНЫ ВЫБИТИЯ ИЗ СТАДА.....	698
206.	Халина О.Л., Гончаренко Г.М. СВЯЗЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕНОТИПОВ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ.....	701
207.	Хлюпко С.Н., Дерхо М.А. ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ФОНДА ПОРОД ЛОШАДЕЙ ЧЕРЕЗ БОНИТИРОВКУ.....	704
208.	Чепурнов Г.Ю., Гончаров Н.П. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕНА <i>VRN-D1</i> У ЯРОВЫХ ОБРАЗЦОВ <i>AEGILOPS TAUSCHII</i> COSS.	707
209.	Шишкина М.А. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ КРАСНЫХ СТЕПНЫХ КОРОВ, УЛУЧШЕННЫХ АНГЛЕРСКОЙ ПОРОДОЙ.....	711
210.	Яловенко И.Д., Лебедев С.В. ДИНАМИКА ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН С УЧЕТОМ ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	713
211.	Яранцева С.Б. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОДУКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРОВ В ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....	717
212.	Omar Hussein Ali THE EFFECT OF ADDING THE PROBIOTIC SUPPLEMENT PROMOIS ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS.....	719

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

213.	Айбеков А.А., Кокколова Л.М. ОСНОВНЫЕ СТРОНГИЛЯТОЗЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	724
214.	Амиртаев С.Е., Шкиль Н.А., Куйбагаров М.А., Абдуллина Э.С. ЗНАЧЕНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ФОРМИРОВАНИИ МИКРОФЛОРЫ РАН У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	726
215.	Аржаков П.В., Смелова Е.Ю. ИЗУЧЕНИЕ БИОЦИДНОГО ЭФФЕКТА НОВОГО ПРЕПАРАТА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ОРГАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ.....	729
216.	Арчегев Г.И., Корнеева Ю.В., Алексеев К.П., Верховский О.А., Алипер Т.И. ПОЛУЧЕНИЕ ШТАММОВ <i>E. COLI</i> ПРОДУЦЕНТОВ РЕКОМБИНАНТНЫХ ТОКСОИДОВ ВЕРОТОКСИНА 2Е.....	732
217.	Атовуллозода Р.А., Назруллозода С.Х., Содиков Ф.Н., Косимов С.М., Рахимов Ф.Г. МИКОПЛАЗМОЗ ОВЕЦ В ТАДЖИКИСТАНЕ.....	735
218.	Афонюшкин А.В. СТРАТЕГИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОКТЕЙЛЕЙ БАКТЕРИОФАГОВ ПРОТИВ <i>SALMONELLA SPP.</i> В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ.....	738
219.	Афонюшкин В.Н., Черепушкина В.С., Хоменко Ю.С. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ СОСТОЯНИЕМ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА К ВИРУСУ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА И ПОРАЖЕНИЯМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА ROSS 308.....	742
220.	Байрашев Т.А., Галеева А.Г. <i>IN SILICO</i> ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИГЕННЫХ ДЕТЕРМИНАНТ НУКЛЕОПРОТЕИНА ВИРУСА БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА.....	746
221.	Бармина К.А. ОЦЕНКА ИММУНОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНОГО БЕТУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ФЕРМЕНТНУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ У МОРСКИХ СВИНОК, ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	749
222.	Безбородова Н.А. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ТОКСИГЕННЫЕ ПРОФИЛИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КЛОСТРИДИОЗОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	752

223.	Бируля А.М., Бируля К.М., Садовникова Е.Ф. ПОЧЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ У КОШЕК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	756
224.	Бонина О.М., Ефремова Е.А., Удальцов Е.А., Самохина Е.Р., Брем А.К. АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ И ТУВОННЫХ КАРПОВЫХ РЫБ ОПИСТОРХИДАМИ В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ.....	759
225.	Боровинский Г.Е., Щербаков П.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕНИЯ СОБАК ПРИ ЧУМЕ ПЛОТОЯДНЫХ.....	762
226.	Вдовкина А.Е., Коптев В.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «ПУПОВИТ-БАФФ» ПРИ ОМФАЛИТЕ ТЕЛЯТ.....	765
227.	Герасимов Д.А., Овчинников А.А. МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВВОДА В РАЦИОН ФИТОБИОТИКА.....	767
228.	Гиско В.Н., Пань Чэнь ДВУКРАТНОЕ ВВЕДЕНИЕ ИНСУЛИНА ГЛАРГИН В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА У КОШЕК.....	771
229.	Горбачева Ю.А. ОЦЕНКА АЛЛЕРГИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПРЕПАРАТА ОКСИПРОТЕКТ.....	774
230.	Гордеева М.Я., Степанова К.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ПАНЛЕЙКОПЕНИИ КОШЕК.....	776
231.	Гречкина В.В., Кван О.В., Шейда Е.В. ЭНДОГЕННЫЕ ПОТЕРИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕЛЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН НАНОЧАСТИЦ Cu-63 И Fe-56.....	780
232.	Даваадорж Лхамсайзмаа, Болдын Бат-Эрдэм, Чулуунбатын Мөнхзаяа, Энхболдын Намжилсүрэн ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ <i>ARTEMISIA FRIGIDA</i> НА МЫШЕЙ С ИММУНОДЕФИЦИТОМ.....	783
233.	Двоеглазов Н.Г., Агаркова Т.А., Осипова Н.А. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЯХ ОТДЕЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ).....	786
234.	Дерхо А.О., Щербаков П.Н. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА «ТРАНСФЕР-ФАКТОР» В МОДЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС.....	790
235.	Димова А.С., Аракелян П.К. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОНТРОЛЯ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БРУЦЕЛЛЕЗА.....	794
236.	Дудолодова Т.С., Аржаков П.В. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ТЕЛЯТНИКА.....	798
237.	Дьячкова К.С., Желнакова С.С., Самсоненко Л.А., Шмаренкова Ю.С. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ РЕТИКУЛОПЕРИТОНИТА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	801
238.	Епанчинцева О.В. ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИОННОГО ПЕРИТОНИТА КОШЕК НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.....	803
239.	Ефремова Е.А. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОНГИЛИДОЗОВ ЛОШАДЕЙ.....	806
240.	Желнакова С.С., Дьячкова К.С., Самсоненко Л.А., Шмаренкова Ю.С. ЭТИОЛОГИЯ БУРСИТОВ: ДИАГНОСТИКА И ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ У КРС.....	808
241.	Иброхимзода Б.И., Зарифзода Х.И., Абдуллоев Р.С., Ошимова З.М., Шарипова У.К., Шамшерзода Ш.К. САМЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ГЕЛЬМИНТЫ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПАМИРА.....	811
242.	Идрисова Э.А., Романов А.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ БОРРЕЛИОЗА СОБАК.....	815

243.	Кашкулов М.Ш., Расулов С.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ БРУЦЕЛЛЁЗА ЯКОВ В ГОРНО- БАДАХШАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ ТАДЖИКИСТАНА.....	818
244.	Константинов Е.И., Юшкова Л.Я., Мельцов И.В. ДИНАМИКА СТОИМОСТИ ВЕТЕРИНАРНЫХ УСЛУГ, ОКАЗЫВАЕМЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ВЕТСЛУЖБЫ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ....	821
245.	Коптев В.Ю., Лихачева Н.О., Шкиль Н.А., Балыбина Н.Ю. СТРАТЕГИЯ БОРЬБЫ С АРТРИТОМ-ЭНЦЕФАЛИТОМ КОЗ В РАЗНЫХ СТРАНАХ.....	825
246.	Кособоков Е.А., Дудолодова Т.С. ВЛИЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ФОРМЫ ТУБЕРКУЛЕЗА НА СТРУКТУРУ ПОЧЕК.....	828
247.	Кособоков Е.А., Дудолодова Т.С. ВЛИЯНИЕ ТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ НА КРОВЕНОСНУЮ СИСТЕМУ ПОЧЕК.....	831
248.	Котенева С.В., Нефедченко А.В., Глотова Т.И., Глотов А.Г. ВЫЯВЛЕНИЕ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИРУСА ВИРУСНОЙ ДИАРЕИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ТРЕТЬЕГО ВИДА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ МОЛОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ.....	834
249.	Красочко П.А., Красочко И.А., Корочкин Р.Б., Черноков А.И., ОТРАБОТКА ДОЗИРОВКИ ОПЫТНОГО ИММУНОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «АНТИПЕСТИВИР» НА ТЕЛЯТАХ.....	838
250.	Красочко П.А., Красочко И.А., Корочкин Р.Б., Черноков А.И. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И БЕЗВРЕДНОСТИ ИММУНОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА АНТИПЕСТИВИР НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ АНТИГЕНОВ И ИНТЕРФЕРОНА.....	842
251.	Красочко П.А., Понаськов М.А., Гецевич Д.О. БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУТ КОРОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ ИНФЕКЦИОННОЙ ЭТИОЛОГИИ.....	847
252.	Кухар Е.В. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОППОРТУНИСТИЧЕСКИХ ДЕРМАТОМИЦЕТНЫХ ГРИБОВ СРЕДИ ДИКИХ, ДОМАШНИХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА.....	850
253.	Лайшев К.А., Забродин В.А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ОЛЕНЕВОДЧЕСКИХ СТАДАХ: ВЫЗОВЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРЫ.....	854
254.	Лемещенко В.В. ЭЛИМИНАЦИЯ ТРАНЗИТОРНОГО ПАРАОРГАНИЗМЕНННОГО УРОВНЯ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ДИНАМИКЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ПАТТЕРНОВ ПЕЧЕНИ У НОВОРОЖДЕННЫХ ЖИВОТНЫХ.....	858
255.	Македонских В.А., Шнякина Т.Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ АТЛАНТО- АКСИАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У СОБАК МЕЛКИХ ПОРОД.....	862
256.	Македонских В.А., Шнякина Т.Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ЧРЕСКОЖНОЙ ФИКСАЦИИ И ТРАДИЦИОННОГО ВЕНТРАЛЬНОГО ДОСТУПА ПРИ ЛЕЧЕНИИ АТЛАНТО-АКСИАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У КАРЛИКОВЫХ ПОРОД СОБАК.....	865
257.	Македонских В.А., Шнякина Т.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕСКОЖНОЙ ФИКСАЦИИ И ТРАДИЦИОННЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЛЕЧЕНИИ АТЛАНТО-АКСИАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У КАРЛИКОВЫХ ПОРОД СОБАК.....	867
258.	Маленьких Н.А., Щипакин М.В. ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ СОБОЛЕЙ ЧЕРНОЙ ПУШКИНСКОЙ ПОРОДЫ.....	869
259.	Манакова О.О., Аникина О.А. ИЗУЧЕНИЕ БЕЛКОВОГО ИНДЕКСА НОВОГО ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО ПРЕПАРАТА.....	873
260.	Мартынов Н.А., Зверев А.В., Кулагина П.В., Печёнкина М.А., Романов Е.В. BOLA-DRB3.2 КАК МАРКЕР ДЛЯ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА (ОБЗОР).....	875

261.	Неустроев М.П., Тарабукина Н.П. РАЗВИТИЕ МИКРОБИОТЕХНОЛОГИЙ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ.....	879
262.	Нефедченко А.В., Судоргина Т.Е., Глотова Т.И., Глотов А.Г. АПРОБАЦИЯ НОВОГО ПОДХОДА К ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БАКТЕРИЙ РОДА <i>CLOSTRIDIUM</i>	883
263.	Овчарова Е.С., Маслов Д.В., Новикова А.Ф., Кутькина А.А., Балицкий Д.И ОЦЕНКА ВИРУЛЕНТНОСТИ САЛЬМОНЕЛЛ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПТИЦ.....	887
264.	Палевич Ю.Г., Панова Н.Е. УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ У СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АНТИОКСИДАНТОВ.....	890
265.	Панихина А.М., Корюков М.А., Афонюшкин В.Н. ВЛИЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КОЛИЦИНОТИПОВ <i>ESHERICHIA COLI</i> В КИШЕЧНИКЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОЛИИНФЕКЦИИ У ПТИЦ.....	892
266.	Панченко Е.В., Остапчук Е.С., Фазуллина Р.Р., Гречкина В.В. РАДИОНУКЛИДЫ В КУРИНЫХ ЯЙЦАХ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЬФА-АКТИВНОСТИ.....	896
267.	Пестрикова С.А., Романов А.А., ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ХЛАМИДИОЗНОГО КОНЬЮНКТИВИТА У КОШЕК.....	898
268.	Петров Е.К., Абрамов А.А., Семенов М.П., Осепчук Д.В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА «ФУГАВЕТ» НА ЖИЗНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КУР НЕСУШЕК.....	902
269.	Расулов С.А., Мирзозода Б.Н., Манижа А., Косимов С.М., Мукимзода Х.Г. ИЗУЧЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	906
270.	Семина А.Н. ВИРУСНЫЕ РЕСПИРАТОРНЫЕ БОЛЕЗНИ ПТИЦ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ДИАГНОСТИКИ.....	910
271.	Скобельская Т.П., Кетрарь М.С. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ МАССЫ ЯЙЦА И ЖИВОЙ МАССЫ ПТЕНЦА ПЕРЕПЕЛА ЯПОНСКОЙ ПОРОДЫ.....	914
272.	Скобельская Т.П., Хоменко Н.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ РУССКОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ КУР.....	916
273.	Скобников И.С., Алексеев А.Ю., Приходько И.О., Агаркова Т.А. РУКОКРЫЛЫЕ КАК ФАКТОР РАСПРОСТРАНЕНИЯ АДЕНОВИРУСОВ.....	919
274.	Скомарова М.Н., Макаренко Л.В., Смертина Е.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ОКСИЛАТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЛОДОТВОРЯЕМОСТИ КОРОВ, ПЕРЕБОЛЕВШИХ ПОСЛЕРОДОВЫМ ЭНДОМЕТРИТОМ.....	923
275.	Смолянинов Ю.И., Жеребцова Е.В. ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭПИЗООТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	926
276.	Старостина А.Д., Фоменко Г.М., Красношарпа Н.Д., Ефремова Е.А. ОСОБЕННОСТИ ПРИЖИЗНЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕМАТОДИРЕЛЛЕЗА ЛОСЯ (<i>ALCES ALCES</i>).....	929
277.	Степанова К.В. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОБИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ТЕЛЯТ ПРИ СНИЖЕНИИ АБИОГЕННОЙ «АГРЕССИВНОСТИ» ГАЗОВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ТЕЛЯТНИКА.....	933
278.	Судоргина Т.Е., Нефедченко А.В., Глотова Т.И., Глотов А.Г. РАЗНООБРАЗИЕ ВИДОВ БАКТЕРИЙ РОДА <i>CLOSTRIDIUM</i> , ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СИБИРИ, И ОЦЕНКА ИХ ТОКСИГЕННЫХ СВОЙСТВ.....	937
279.	Тимофеева Д.И., Романов А.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ МИКОПЛАЗМОЗА У КОШЕК.....	941
280.	Третьяков А.М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНЫХ СХЕМ ТЕРАПИИ СОБАК ПРИ АССОЦИАТИВНЫХ ВИРУСНО-ПАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЯХ.....	944

281.	Феденева М.И., Степанова К.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОГО ХЛАМИДИОЗА КОТЯТ.....	947
282.	Фрик Е.В., Плешакова В.И. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МИКРОБИОМА ДИКИХ ПЕРЕЛЕТНЫХ ПТИЦ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	951
283.	Харченко А.Д., Харченко И.Д., Щербаков П.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕНИЯ КОШЕК, БОЛЬНЫХ РИНОТРАХЕИТОМ.....	954
284.	Харченко И.Д., Харченко А.Д., Щербаков П.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ КОШЕК ПРИ МИКОПЛАЗМОЗЕ.....	956
285.	Хасанов Ф.Д., Жбанова С.Ю., Негматов А.А., Давлатов Б.Д., Салимов А.М. АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОЭМУЛЬСИИ ЭФИРНОГО МАСЛА ARTEMISIA ANNUA L. ПРОТИВ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	960
286.	Хохряков Д.Д., Наумова О.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ ТЕРАПИИ КОШЕК, БОЛЬНЫХ ВИРУСНОЙ ЛЕЙКЕМИЕЙ.....	963
287.	Черепушкина В.С., Афонюшкин В.Н. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПОРОДЫ ROSS 308, ОТСТАЮЩИХ ПО МАССЕ.....	967
288.	Шиндина Д.В., Козлов В.И. СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ.....	970
289.	Шкиль Н.Н., Миловидов Д.В., Рожков О.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ CO ₂ - ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ВЕТЕРИНАРИИ.....	974
290.	Шнякина Т.Н. ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОМА ТОЛСТОГО КИШЕЧНИКА ТЕЛЯТ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН ПРОБИОТИКОВ.....	977
291.	Шнякина Т.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛЕЧЕНИЯ КОШЕК ПРИ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЯХ С ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫМ ПОРАЖЕНИЕМ РЕСПИРАТОРНОГО ТРАКТА.....	980
292.	Юшков Ю.Г., Леонов С.В., Городов В.С., Тареева Е.А. ВЛИЯНИЕ БИОПЛЕНК В СИСТЕМАХ ПОЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИБИОТИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОМ ВЫПАИВАНИЯ.....	983
293.	Юшкова Л.Я., Юдаков А.В. ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ.....	987
294.	Ярован Н.И., Комиссарова Н.А. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ САБЕЛЬНИКА БОЛОТНОГО НА ЦЕРУЛОПЛАЗМИН И КИСЛОРОДТРАНСПОРТНУЮ ФУНКЦИЮ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ.....	992
295.	Яромчик Я.П., Билецкий О.Р., Мисник А.М., Дробыш Е.В., Терещук Ф.В., Сынкова А.А. АССОЦИИРОВАННЫЕ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ИММУНИЗАЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННЫХ ЭНТЕРИТОВ ТЕЛЯТ.....	996
296.	Lemeshchenko V.V., Artamin A.P. HIERARCHICAL SYNTHESIS AS A MECHANISM FOR THE FORMATION OF SOMATO- ORGAN CORRELATION CLUSTERS IN DOGS.....	999
297.	Lemeshchenko V.V. POSTNATAL REORGANIZATION OF THE TRANSITORY PARA-ORGANISMAL LEVEL OF STRUCTURAL ORGANIZATION IN THE DYNAMICS OF HEPATOCYTES IN ANIMALS.....	1002
МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ		
298.	Бахарев Г.Ф., Иванов Н.М., Шинделов А.В., Сухопаров А.А., Синицын В.А., Лаврентьев А.А. ВАРИАНТ УЛОВИТЕЛЯ СЕМЯН СОРНЯКОВ ИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА.....	1005

299.	Бурлаков Ю.В., Чемоданов С.И., Бурлакова С.В. ВАРИАНТ МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДБОРЩИКА-ОЧЕСЫВАТЕЛЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА.....	1009
300.	Винокуров Е.В., Тендетник Р.А., Сорокин Н.С., Псарев А.И. ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПЕРВАЯ ОРЛОВСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ.....	1011
301.	Едисеев О.С., Друзьянова В.П. СПОСОБ ПОЛНОЙ УТИЛИЗАЦИИ СВИНОГО НАВОЗА НА ОСНОВЕ АНАЭРОБНОЙ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	1015
302.	Иванников А.Б., Деменок И.В., Кононенко Н.В. АНАЛИЗ НАЛИЧИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ ЗА 2022-2025 ГОДЫ.....	1018
303.	Иванников А.Б., Зайналов З.К. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	1021
304.	Иванников А.Б., Пятин С.П., Коробова А.Е. ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАРАМЕТРОВ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА.....	1026
305.	Иванников А.Б., Пятин С.П., Косенко Д.Ю. ВСТРОЕННЫЕ СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МТП.....	1029
306.	Казакевич П.П., Бакач Н.Г., Володкевич В.И., Шах А.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТРЕБНОСТИ В ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНАХ ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	1033
307.	Корнеева В.К., Капцевич В.М. АНАЛИЗ ХРОМАТОГРАММ МОТОРНОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА «СВЕЯЩИЕСЯ ГРАНИЦЫ» ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА <i>IMAGEJ</i>	1037
308.	Корниенко И.О. МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА – ВАЖНЫЙ ФАКТОР В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ГОЛОДА В АПК НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	1040
309.	Левадний З.А., Рыжаков Н.В., Яковлев Д.А. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОГНЕВОЙ КУЛЬТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФФУЗИОННОЙ ГОРЕЛКИ.....	1044
310.	Назаров Н.Н., Некрасова И.В. РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	1048
311.	Нечаев А.И. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬХОЗАГРЕГАТОМ «АГРОТРЕК».....	1052
312.	Подхалдин Г.И., Серебровский В.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СПЛАВА ПОСТЕЛИ РАСПРЕДВАЛА VOLVO D13 МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА.....	1055
313.	Попрыдухин Е.В., Виноградов А.В. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВА УМЗЭГ.....	1058
314.	Рябовалов С.И., Яковлев Д.А. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ В ПОСЕВНОЙ ПЕРИОД НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	1062
315.	Сухопаров А.А., Лебедев А.Н., Темиров К.С., Сухопарова Я.Ю., Хаксар Е.В., Федорова О.В. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ПРОЦЕССА ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	1065
316.	Терёхин М.А., Хорев П.Н. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЛАПОВОГО СОШНИКА ДЛЯ СТЕРНЕВОЙ СЕЯЛКИ.....	1068
317.	Токарева А.Н., Грачева Н.Н., Дашковский Н.С. ВЫБОР ВАРИАНТА КОМПОНОВКИ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ХОЛОДИЛЬНОГО БЛОКА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	1072

318.	Цегельник А.П. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОМБАЙНАМИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ, АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ОМСКОЙ ОБЛАСТИ).....	1076
319.	Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНИШНЫХ СТАДИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА.....	1079
320.	Шаммедов М.Н. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЛЕЙ ХЛОПЧАТНИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	1082
321.	Шановалов Д.В., Журавель М.Л. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СИБИРИ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛОТКОВЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК.....	1085
322.	Шушпанников В.Е., Яковлев Н.С., Рассомахин Г.К., Яковлев Д.А. ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....	1090
323.	Юрченко А.Н., Мезенцева А.Д., Туровский В.С. МАРКИРОВКА КУРИНЫХ ЯИЦ ПОЛИГРАФИЧЕСКИМИ КРАСКАМИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	1094
324.	Яковлев Д.А., Прокончук Р.Е., Шушпанников В.Е., Рыжаков Н.В., Рябовалов С.И., Левадний З.А. АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ АНКЕРНЫХ И ЛАПОВЫХ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ СИБИРИ.....	1097
325.	Яковлев Н.С., Рассомахин Г.К., Шушпанников В.Е., Черных В.И., Строчилин М.Н., Демин М.И. АДАПТАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМУЛЫ В.П. ГОРЯЧКИНА ДЛЯ РАСЧЕТА ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАШИНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАЛЕЖИ.....	1099

ПЕРЕРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

326.	Акжанов Н., Ботбаева М.Т., Сагындыков У.З. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ КОБЫЛЬЕГО И ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА, ОБОГАЩЁННОГО ПРЕБИОТИКАМИ.....	1104
327.	Баронов В.И., Фялкова Е.А., Копнин И.Ю., Фирсова А.Е. АППАРАТ ДЛЯ СГУЩЕНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ.....	1108
328.	Бородай Е.В. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЯЗУЮЩИХ ОСНОВ БАТОНЧИКОВ.....	1111
329.	Герасимова Н.С., Козулина Н.С., Янова М.А. ВЛИЯНИЕ СЕМЯН ЧИА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАРИНОГРАФА.....	1114
330.	Голуб О.В. КИНЕТИКА РЕГИДРАТАЦИИ СУШЕНОЙ БРУСНИКИ.....	1117
331.	Ермолаева А.В., Аверьянов Р.В. ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОРОШКОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА.....	1122
332.	Комарова Н.В., Мелешеня А.В., Зайченко Д.А., Жакова К.И. НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	1125
333.	Лачугин А.П., Мотовилов О.К. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ В РЕГИОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	1130
334.	Мацук А.А., Копоть О.В. РАЗРАБОТКА СЛИВОЧНОГО КРЕМА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНЫХ КОЛБАС.....	1132
335.	Медведенко А.В., Мотовилов О.К. СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ СО ₂ -ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НУТРИЦЕВТИКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	1136

336.	Мотовилов О.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПОЛИФЛОРНОГО МЕДА ДЛЯ БАТОНЧИКОВ.....	1140
337.	Мотовилова Н.В. РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ПРИГОДНОСТИ И ОБОСНОВАНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ ПАСТИЛЫ ИЗ ЯГОД КРЫЖОВНИКА.....	1143
338.	Нечаева В.С. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗЕМЛЯНИЧНЫХ ДЕСЕРТОВ.....	1148
339.	Новокшанова А.Л. БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	1152
340.	Пономарева Д.В., Мотовилов О.К. ПЛОДООВОЩНЫЕ ЛИСТОВЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ КАК СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.....	1155
341.	Потапов И.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА ЛИСТВЕННИЦЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	1157
342.	Степаненко Н.И., Липшин А.Г. ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ ОВСЯНОЙ МУКИ И ЦИКОРИЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ДИЕТИЧЕСКОГО БИСКВИТА.....	1160
343.	Федосенко А.О., Мотовилов О.К. АДАПТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА ЧАГИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ДРУГИМИ АДАПТОГЕНАМИ.....	1165
344.	Хайдукова Е.В. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ.....	1168
345.	Чуйкина Т.Н. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ: ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КУРИНЫХ КОЛБАСОК ДЛЯ ГРИЛЯ.....	1171

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОИНДУСТРИИ

346.	Алейников А.Ф., Клименко К.В. НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОМПЛЕКСА БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	1175
347.	Алтыбаев А.Н., Жанбырбаев А.Б. К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	1179
348.	Альт В.В., Минеев В.В., Елкин О.В., Золотарев В.А., Фурзиков В.М. УСТРОЙСТВО ПРИРОДОПОДОБНОГО ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ШКАФА «БИОТРОН».....	1182
349.	Альт В.В., Нечаев А.И., Солошенко А.А. АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ БПЛА В НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ «МОНИТОРИНГ – АНАЛИЗ – ОБРАБОТКА».....	1186
350.	Альт В.В., Солошенко А.А., Савченко О.Ф., Исакова С.П., Елкин О.В. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ БПЛА В СИСТЕМУ МАШИН ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	1189
351.	Гарке Т.М., Кретьова Е.А., Мельникова Т.Н., ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРСКОЙ НАУЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ РЕГИОНА.....	1193
352.	Гольдман Р.Б., Боть И.В. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БЕРЕГООУКРЕПЛЕНИИ НИЖНЕЙ КУБАНИ.....	1197
353.	Гольдман Р.Б., Кириченко В.В. ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЗЕМЕЛЬ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ И ВЛИЯНИЕ НА АГРОСИСТЕМЫ.....	1199

354.	Гурова Т.А., Чесноченко Н.Е., Ковалев К.А. ВЗАИМОСВЯЗЬ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ПРОРОСТКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ.....	1201
355.	Елкин О.В., Гурова Т.А., Чешкова А.Ф. ОЦЕНКА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПРИ ХЛОРИДНОМ ЗАСОЛЕНИИ И ИНФИЦИРОВАНИИ В. SOROKINIANA.....	1205
356.	Ефименко Д.Д., Ледовский Е.Н., Чан-оглы Д.Д. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ НА ОСНОВЕ NDVI И ДРУГИХ ИНДЕКСОВ ВЕГЕТАЦИИ.....	1209
357.	Зубакин А.А. СЕРВИСНАЯ МОДЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ: ВЛИЯНИЕ НА ДОСТУПНОСТЬ И ЭКОНОМИКУ ДАННЫХ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ.....	1213
358.	Исакова С.П. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОДОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	1216
359.	Каличкин В.К. ЭТАЛОННАЯ АРХИТЕКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ЦИФРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ.....	1220
360.	Крылова О.С., Каличкин В.К. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ.....	1224
361.	Молнер В.С., Алейников А.Ф. АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ДАННЫХ ПРИ ФЕНОТИПИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ.....	1227
362.	Пестунов И.А., Калашников Р.А. ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ ВСХОДОВ КУКУРУЗЫ И ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОЙ ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕЙ: ИНТЕГРАЦИЯ КЛАССИЧЕСКОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА RGB-ИЗОБРАЖЕНИЙ С БПЛА.....	1231
363.	Рыжак Н.В., Левадный З.А., Яковлев Д.А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ.....	1235
364.	Сероклинов Г.В., Гуныко А.В. ДВУХЭТАПНЫЙ МЕТОД ИСКЛЮЧЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕКОРРЕКТНО ПРОВЕДЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ «ЛИЦ ЧЕРНОВА» И МЕТРИК БЛИЗОСТИ НАБОРОВ ДАННЫХ.....	1238
365.	Сидоров Е.Д., Алейников А.Ф. АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СЪЕМКИ ПРИ ФЕНОТИПИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ.....	1243
366.	Федоров Д.С., Гарафутдинова Л.В. СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ВАРИАЦИОННОГО АВТОЭНКОДЕРА.....	1246
367.	Чан-оглы Д.Д., Ледовский Е.Н., Ефименко Д.Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДОВЫХ АГРОДРОНОВ.....	1250
368.	Чекусов М.С., Тимохин А.Ю., Михальцов Е.М. ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	1253
369.	Чешкова А.Ф. ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ПО МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	1256

АГРАРНАЯ НАУКА – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ СНГ и BRICS

Сборник научных докладов
XXVIII Международного научно-практического форума,
посвященного памяти академика РАН А.С. Донченко
Краснообск, 26 февраля 2026 г.

Электронное издание

Публикуется в авторской редакции

*Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен,
названий и иных сведений, а также за соблюдение законов
об интеллектуальной собственности несут авторы статей*

Электронная верстка Т.А. Еранова, Е.М. Исаевич

Выход в свет 15.06.2026 г. Формат 60×84 ¹/₈.
Объем 160 печ. л.

Файл подготовлен в издательстве «Агронаука»
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук
630501, р.п. Краснообск, Новосибирский район,
Новосибирская область, здание СФНЦА РАН, а/я 463