

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

ISSN 0869-8155 (print)
ISSN 2686-701X (online)

5
2025



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



ЗООТЕХНИЯ

Линейная оценка и взаимосвязь экстерьерных признаков коз зааненской породы

81

АГРОНОМИЯ

Урожайность и качество плодов яблони сорта Ренет Симиренко в пальметтном саду на Кубани

127

ЭКОНОМИКА

Развитие свиноводства в Северо-Западном федеральном округе в условиях реформ

158



ПЕРВАЯ САУДОВСКО-РОССИЙСКАЯ АГРАРНАЯ ВЫСТАВКА

GRAS EXPO

19-22 мая 2025

Культурный центр Короля Халеда,
г. Бурайда, Саудовская Аравия

ПОДДЕРЖКА ВЫСТАВКИ

Министерство
сельского хозяйства
Саудовской Аравии

وزارة البيئة والمياه والزراعة
Ministry of Environment Water & Agriculture



Министерство
инвестиций
Саудовской Аравии



وزارة الاستثمار
Ministry of Investment

ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ:



100+

ЭКСПЕРТОВ-ПРАКТИКОВ

5 000+

ПОСЕТИТЕЛЕЙ

200+

ЭКСПОНЕНТОВ

1 Прямой выход на рынок Саудовской
Аравии и Ближнего Востока

2 B2B-матчмейкинг для
экспонентов

3 Выход на контакт с лицами,
принимающими решения

4 Обмен опытом с лучшими
экспертами отрасли на
международном уровне

+7 (960) 473-13-19
www.grasexpo.com
info@grasexpo.com
sales@asiaexpo.space

организатор
**ASIA
EXPO**



BK



Youtube



Rutube



X



Telegram

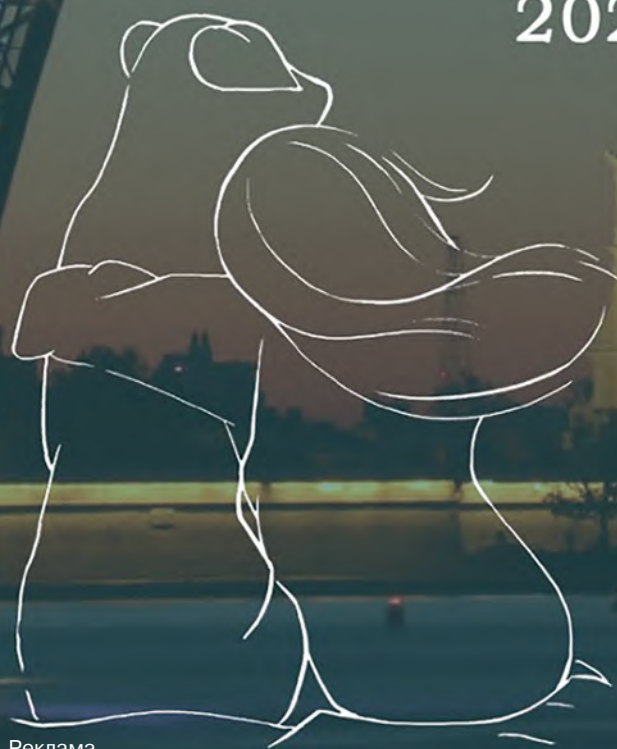
XX
международный
научно-практический



«Балтийский форум
ветеринарной
медицины
и
продовольственной
безопасности»

25 и 26 сентября
2025 года

20 ЛЕТ



Санкт-Петербург, "Центр ветеринарии",
Лиговский проспект, 291

<https://baltvetforum.com>

05 · 2025

Agrarnaya nauka

Том 394, номер 05, 2025

Volume 394, number 05, 2025

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

© авторы

Авторские права © 2024 Это статья открытого доступа, распространяемая в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), позволяющей третьим лицам копировать и распространять материал на любом носителе или в любом формате, а также делать ремиксы, преобразовывать и дополнять материал в любых целях, даже коммерческих, при условии, что исходная работа надлежащим образом цитируется и указывается ее лицензия.



DOI журнала 10.32634/0869-8155

Журнал «Аграрная наука» решением ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.
Распоряжение Минобрнауки России от 12 февраля 2019 г. № 21-р

Журнал «Аграрная наука» включен в базу данных AGRIS (Agricultural Research Information System) — Международную информационную систему по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.

Журнал «Аграрная наука» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Полные тексты статей доступны на сайте eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью «ВИК — здоровье животных»

Шеф-редактор Костромичева И.В.

Научный редактор Долгая М.Н.

Дизайн и верстка Антонов С.Н.

Редактор-корректор Кузнецова Г.М.

Библиограф Нерозник Д.С.

Журналист Седова Ю.Г.

Менеджер по работе с клиентами Теплова А.С.

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20

Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 2

Тел. редакции +7 (916) 616-05-31

agrovetpress@inbox.ru

www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № ФС 77-76484

от 02 августа 2019 года.

На печатный журнал можно подписаться:

в редакции по тел. +7 (495) 777 67 67, доб. 1453, agrovetpress@inbox.ru;

в агентстве подписки ООО «Урал-Пресс Округ» — <https://www.ural-press.ru/catalog/>

Бесплатная подписка на электронную версию — <https://agrarnayanauka.ru>

Подписка на архивные номера и отдельные статьи: на сайте научной редакции <https://www.vetpress.ru/jour>

на сайте научной электронной библиотеки www.elibrary.ru

Свободная цена.

Тираж 2000 экз.

Подписано в печать 15.05.2025

Дата выхода в свет 22.05.2025

Отпечатано в типографии ООО «Пропечать»:

119618, г. Москва, Боровское ш, дом 2А, корп. 4, кв. 260

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал выходит один раз в месяц.

В октябре 1956 г. был основан журнал «Вестник сельскохозяйственной науки», а в 1992 г. он стал называться «Аграрная наука».

Издатель:

Автономная некоммерческая организация «Редакция журнала «Аграрная наука» 107053, Россия, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20

Главный редактор

Виолин Б.В., кандидат ветеринарных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН», г. Москва, Россия.

Заместитель главного редактора:

Ребезов М.Б., доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Редакционная коллегия

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Аббас Р.З., PhD, доцент, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, г. Фейсалабад, Пакистан.

Ансори А.Н.М., PhD, Университет Эйрланга, г. Сурабая, Индонезия.

Василевич Ф.И., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Россия.

Джаванмард М., доктор ветеринарной медицины, Иранская научно-исследовательская организация по науке и технологиям, г. Тегеран, Иран.

Зайц И., доктор ветеринарных наук, Университет ветеринарии и фармацевтики в Брно, г. Брно, Чехия.

Коцаев А.Г., доктор биологических наук, профессор, академик РАН, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

Омбаев А.М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, иностранный член РАН, Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, г. Алматы, Казахстан.

Панин А.Н., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.

Подобед Л.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт животноводства Национальной академии аграрных наук Украины, г. Харьков, Украина.

Уша Б.В., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.

Фисинин В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Российской академии наук, г. Сергиев Посад, Россия.

Юлдашбаев Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Ятусевич А.И., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Беларусь.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Абдурасулов А.Х., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан.

Абилов А.И., доктор биологических наук, профессор, Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия.

Акназаров Б.К., доктор ветеринарных наук, профессор, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызстан.

Алиев А.Ю., доктор ветеринарных наук, Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, г. Махачкала, Россия.

Андреева А.В., доктор биологических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

Баймуканов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, г. Алматы, Казахстан.

Булашев А.К., доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина, г. Астана, Казахстан.

Горелик О.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия.

Гриценко С.А., доктор биологических наук, доцент, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

Дерхо М.А., доктор биологических наук, профессор, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

Карынбаев А.К., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Таразский университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан.

Колесник Е.А., доктор биологических наук, доцент, Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия

Концевая С.Ю., доктор ветеринарных наук, профессор, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия.

Косилов В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.

Кривоногова А.С., доктор биологических наук, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УРО РАН (Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт), г. Екатеринбург, Россия.

Кушалиев К.Ж., доктор ветеринарных наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

Лоретц О.Г., доктор биологических наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия.

Лунева А.В., доктор биологических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

К основным целям издания относятся: продвижение российской и мировой аграрной науки, содействие прогрессивным разработкам и развитию инновационных технологий, формирование теоретических основ для производителей сельскохозяйственной продукции, поддержка молодых ученых, освещение и популяризация передовых научных исследований.

Научная концепция издания предполагает публикацию современных достижений в аграрной сфере, результатов ключевых национальных и международных исследований. К публикации приглашаются как отечественные, так и зарубежные авторы.

Журнал «Аграрная наука» способствует обобщению практических достижений в области сельского хозяйства, повышению научной и практической квалификации исследователей и практиков данной отрасли.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна. Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов. Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели.

Лысенко Ю.А., доктор биологических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.
Миколойчик И.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курганский государственный университет, г. Курган, Россия.
Миронова И.В., доктор биологических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.
Морозова Л.А., доктор биологических наук, профессор, Курганский государственный университет, г. Курган, Россия.
Некрасов Р.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия.
Позябин С.В., доктор ветеринарных наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Россия.
Радчиков В.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Беларусь.
Рустамова С.И., PhD, Ветеринарный научно-исследовательский институт при Минсельхозе Республики Азербайджан, г. Баку, Азербайджан.
Семенов В.Г., доктор биологических наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия.
Сотникова Л.Ф., доктор ветеринарных наук, профессор, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.
Степанова М.И., доктор биологических наук, профессор, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.
Толуприя Л.Ю., доктор биологических наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.
Щербаков П.Н., доктор ветеринарных наук, доцент, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

АГРОНОМИЯ

РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Годсвилл Н.Н., PhD, Университет Яунде I, г. Яунде, Камерун.

Джурраев М.Я., PhD, доцент, Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, г. Андижан, Узбекистан.

Насиев Б.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

Тирувенгадам М., PhD, Университет Конкук, г. Сеул, Южная Корея.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Бунин М.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, г. Москва, Россия.

Гричанов И.Я., доктор биологических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Пушкин, Россия.

Джалилов Ф.С., доктор биологических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Долженко Т.В., доктор биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, Россия.

Драгавцева И.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия, г. Краснодар, Россия.

Зейналов А.С., доктор биологических наук, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия.

Исламгулов Д.Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

Казахмедов Р.Э., доктор биологических наук, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Дербент, Россия.

Калмыкова Е.В., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Россия.

Никитин С.Н., доктор сельскохозяйственных наук, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева, г. Ульяновск, Россия.

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Афрасьяб Х., доктор гидромеханики и гидромеханики, Университет Кебангсаан Малайзия, Банги, Малайзия.

Дарвиш А.М.Г., PhD, Город научных исследований и технологических приложений, г. Александрия, Египет.

де Соуза К.К., PhD, Региональный университет Блюменау, г. Блюменау, Бразилия.

Дидманидзе О.Н., доктор технических наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Зенгин Г., PhD, профессор, Сельчукский университет, г. Сельчуклу-Конья, Турция.

Кузнецова О.А., доктор технических наук, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Миронеску М., доктор технических наук, профессор, Университет Лучиана Блага в Сибиу, г. Сибиу, Румыния.

Саркар Т., PhD, Политехнический институт Мальды, г. Мальда, Индия.

Сложенкина М.И., доктор биологических наук, профессор, член-корр. РАН, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия.

Смауи С., PhD, Университет Сфакса, г. Сфакс, Тунис.

Фавзи М.М., PhD, профессор, Маврикийский университет, г. Редут, Маврикий.

Хан А., доктор гидромеханики и гидротехники, Университет Кебангсаан Малайзия, г. Банги, Малайзия.

Хан М.У., PhD, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, г. Фейсалабад, Пакистан.

Шехата М.Г.М., PhD, Город научных исследований и технологических приложений, г. Каир, Египет.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Бабич О.О., доктор технических наук, доцент, Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, г. Калининград, Россия.

Брюханов А.Ю., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Институт агроинженерных и экологических проблем — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Санкт-Петербург, Россия.

Есимбеков Ж.С., PhD, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан.

Зинина О.В., доктор технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия.

Иванов Ю.Г., доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Ишевская А.Л., доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Россия.

Калинина И.В., доктор технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия.

Кузнецова Е.А., доктор технических наук, доцент, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, г. Орел, Россия.

Максимова С.Н., доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, Россия.

Мамедов Г.Б., доктор технических наук, профессор, Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан.

Резниченко И.Ю., доктор технических наук, профессор, Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецов, г. Кемерово, Россия.

Семёнова А.А., доктор технических наук, профессор, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, г. Москва, Россия.

Сибирев А.В., доктор технических наук, профессор, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия.

Суйчинов А.К., PhD, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан.

Третьяк Л.Н., доктор технических наук, доцент, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия.

Трояновская И.П., доктор технических наук, профессор, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

Хатко З.Н., доктор технических наук, доцент, Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия.

Чернопольская Н.Л., доктор технических наук, доцент, Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Россия.

Эль-Сохайми С.А., PhD, профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Баутин В.М., доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Гордеев А.В., доктор экономических наук, профессор, академик РАН, г. Москва, Россия.

Гусаков В.Г., доктор экономических наук, профессор, академик Национальной академии наук, г. Минск, Беларусь.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Бутко Г.П., доктор экономических наук, профессор, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия.

Головина С.Г., доктор экономических наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия.

Киреева А.А., кандидат экономических наук, Институт экономики, г. Алматы, Казахстан.

Кузьменко В.В., доктор экономических наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия.

Пенькова И.В., доктор экономических наук, профессор, Гуманитарный университет профсоюзов, г. Санкт-Петербург, Россия, Россия.

Попова Е.В., доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

Рамзанов И.А., доктор экономических наук, доцент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва, Россия.

Рахметова Р.У., доктор экономических наук, профессор, Университет Туран, г. Астана, Казахстан.



The journal is included in the list of leading scientific journals and editions peer-reviewed by Higher Attestation Commission (directive of the Ministry of Education and Science № 21-p by 12 February 2019), in the AGRIS database (Agricultural Research Information System) and in the system of Russian index of scientific citing (RSCI).

Full version is available by the link <http://elibrary.ru>

The journal is a member of the Association of science editors and publishers. Each article is assigned a number Digital Object Identifier (DOI).

Founder: Limited liability company
“VIC Animal Health”

Senior editor Kostromicheva I.V.
Executive editor Dolgaya M.N.
Design and layout Antonov S.N.
Editor-proofreader Kuznetsova G.M.
Bibliographer Neroznik D.S.
Journalist Sedova Yu.G.
Account Manager Teplova A.S.

Legal address: 107053, Russian Federation,
Moscow, Sadovaya Spasskaya, 20

Postal address: 109147, Russian Federation,
Moscow, 3 Marxistskaya Str., 2 building
Editorial phone +7 (916) 616-05-31
agrovetpress@inbox.ru
Websites: www.vetpress.ru
<https://agrarnayanauka.ru>
Advertising: +7 (927) 155-08-10

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media Certificate PI No. FS 77–76484 dated August 02, 2019. You can subscribe to the journal at any post office.

You can subscribe to the print magazine:

— in the editorial office by phone. +7 (495) 777 67 67, ext. 1453, agrovetpress@inbox.ru
— in the subscription agency Ural-Press Okrug LLC — <https://www.ural-press.ru/catalog/>
Free subscription to the electronic version of the magazine — <https://agrarnayanauka.ru>
Subscription to archived issues and individual articles:
— on the website of the Scientific editorial staff <https://www.vetpress.ru/jour>
— on the website of the Scientific Electronic Library www.elibrary.ru

The circulation of 2000 copies.

Signed in print 15.05.2025
Release date 22.05.2025

The journal is printed in the printing house of LLC “Propechat”: 119618, Moscow, Borovskoye sh., building 2A, bldg. 4, apt. 260

АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

Scientific-theoretical and production journal coming out once a month.

The journal is edited since October 1956, first under the name “Agricultural science's bulletin”. Since 1992 the journal is named “Agrarian science”.

Publisher:

Autonomous non-commercial organisation “Agrarian science” edition”
107053, Russia, Moscow, st. Sadovaya-Spasskaya, 20.

EDITOR-IN-CHIEF

Violin B.V., Candidate of veterinary science, Leading Researcher of All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant — a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia.

Deputy Editor-in-Chief

Rebezov M.B., Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, V.M. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

THE EDITORIAL BOARD

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

Abbas R.Z., PhD, Associate Professor, University of Agriculture, Faisalabad, Faisalabad, Pakistan.

Ansori A.N.M., PhD, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.

Fisinin V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Academy of Sciences, Sergiev Posad, Russia.

Javanmard M., Doctor of Veterinary Medicine, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran.

Koshchaev A.G., Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.

Ombaev A.M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, Almaty, Kazakhstan.

Panin A.N., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.

Podobed L.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

Usha B.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.

Vasilevich F.I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

Yatusevich A.I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus.

Yuldashbaev Yu.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

Zaits J., Doctor of Veterinary Sciences, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Brno, Brno, Czech Republic.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Abdurasulov A.Kh., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan.

Abilov A.I., Doctor of Biological Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Moscow Region, Russia.

Aknazarov B.K., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan.

Aliev A.Yu., Doctor of Veterinary Sciences, Caspian Regional Research Veterinary Institute, Makhachkala, Russia.

Andreeva A.V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

Baimukanov D.A., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production, Corresponding member of National Academy of Sciences, Almaty, Kazakhstan.

Bulashev A.K., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan.

Derkho M.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.

Gorelik O.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia.

Gritsenko S.A., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.

Karynbaev A.K., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan.

Kolesnik E.A., Doctor of Biological Sciences, Federal State University of Education, Moscow, Russia.

Kontsevaya S.Yu., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia.

Kosilov V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia.

Krivorogova A.S., Doctor of Biological Sciences, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ural Veterinary Research Institute), Yekaterinburg, Russia.

Kushaliev K.Zh., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Zhanger khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

Loretts O.G., Doctor of Biological Sciences, Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia.

Luneva A.V., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

Lysenko Yu.A., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

Mikolaichik I.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kurgan State University, Kurgan, Russia.

Mironova I.V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

Morozova L.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Kurgan State University, Kurgan, Russia.

Nekrasov R.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia.

Pozyabin S.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

The journal is designed to advance Russian and world agrarian science, promotes innovative technologies' development. Our main goals consist in supporting young scientists, highlight scientific researches and best agricultural practices.

The scientific concept of the publication involves the publication of modern achievements in the agricultural sector, the results of key national and international studies.

The journal “Agrarian Science” contributes to the generalization of practical achievements in the field of agriculture and improves the scientific and practical qualifications in the area.

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

For reprinting of materials the references to the journal are obligatory. The opinions expressed by the authors of published articles may not coincide with those of the editorial team. Advertisers carry responsibility for the content of their advertisements.

Radchikov V.F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus, Zhodino, Belarus.
Rustamova S.I., PhD, Veterinary Research Institute under the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan.
Semenov V.G., Doctor of Biological Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia.
Shcherbakov P.N., Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.
Sotnikova L.F., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.
Stepanova M.I., Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.
Topuria L.Yu., Doctor of Biological Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia.

AGRONOMY

EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

Godswill N.N., PhD, University of Yaoundé I, Yaounde, Cameroon.
Juraev M.Ya., PhD, Associate Professor, Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan.
Nasiev B.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.
Thiruvengadam M., PhD, Konkuk University, Seoul, South Korea.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Bunin M.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Central Scientific Agricultural Library, Moscow, Russia.
Dolzhenko T.V., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Saint-Petersburg state agrarian university, Pushkin, St. Petersburg, Russia.
Dragavtseva I.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking, Krasnodar, Russia.
Grichanov I.Ya., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, All-Russian Research Institute of Plant Protection, Pushkin, Russia.
Islamgulov D.R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.
Jalilov F.S., Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.
Kalmykova E.V., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Aforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia.
Kazakhmedov R.E., Doctor of Biological Sciences, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Derbent, Russia.
Nikitin S.N., Doctor of Agricultural Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N. S. Nemtsev, Ulyanovsk, Russia.
Zeynalov A.S., Doctor of Biological Sciences, Federal Scientific Selection and Technological Center for Horticulture and Nursery, Moscow, Russia.

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

Afrasyab Kh., Doctor of Fluid Mechanics and Fluid engineering Machinery, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia.
Darwish A.M.G., PhD, City of Scientific Research and Technological Applications, Alexandria, Egypt.
de Souza K.C., PhD, Blumenau Regional University, Blumenau, Brazil.
Didmanidze O.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.
Fawzi M.M., PhD, Professor, University of Mauritius, Reduit, Mauritius.
Khan M.U., PhD, Faisalabad Agricultural University, Faisalabad, Pakistan.
Kuznetsova O.A., Doctor of Technical Sciences, V.M. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.
Mironescu M., Doctor in Industrial Engineering, Professor Eng., University Lucian Blaga of Sibiu, Sibiu, Romania.
Sarkar T., PhD, Malda Polytechnic Institute, Malda, India.
Shehata M.G.M., PhD, City of Scientific Research and Technological Applications, Cairo, Egypt.
Slozhenkina M.I., Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Volga Region Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russia.
Smaoui S., PhD, University of Sfax, Sfax, Tunisia.
Zengin G., PhD, Professor, Selcuk University, Seljuk-Konya, Turkey.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Babich O.O., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.
Briukhanov A.Yu., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Agroengineering and Environmental Problems (branch), Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint Petersburg, Russia.
Chernopolskaya N.L., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia.
El-Sohaimy S.A., PhD, Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.
Ishesky A.L., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Research University ITMO, St. Petersburg, Russia.
Ivanov Yu.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.
Kalinina I.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.
Khatko Z.N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Maikop State Technological University, Maikop, Russia.
Kuznetsova E.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia.
Maksimova S.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia.
Mammadov G.B., Doctor of Technical Sciences, Professor Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan.
Reznichenko I.Yu., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia.
Semyonova A.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, V.M. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.
Sibirev A.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Federal Scientific Agroengineering Center of VIM, Moscow, Russia.
Suychinov A.K., PhD, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan.
Tretyak L.N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Orenburg State University, Orenburg, Russia.
Troyanovskaya I.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.
Yessimbekov Zh.S., PhD, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan.
Zinina O.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

Bautin V.M., Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.
Gordeev A.V., Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.
Gusakov V.G., Doctor of Economics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences, Minsk, Belarus.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Butko G.P., Doctor of Economics, Professor, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia.
Golovina S.G., Doctor of Economics, Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia.
Kireeva A.A., Candidate of Economic Sciences, Institute of Economics, Almaty, Kazakhstan.
Kuzmenko V.V., Doctor of Economics, Professor, North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia.
Penkova I.V., Doctor of Economics, Professor, Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg, Russia.
Popova E.V., Doctor of Economics, Professor, I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.
Rakhmetova R.U., Doctor of Economics, Professor, University of Turan, Astana, Kazakhstan.
Ramazanov I.A., Doctor of Economics, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ПРАКТИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ И РЕКЛАМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
НОВОСТИ	8
СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТРЕНДЫ, НОВИНКИ	
Чтобы ваши деньги не ушли в навоз: как правильно выбирать премиксы	9
Доходность сельского хозяйства в новых геополитических условиях: теория и практика	10
России необходим рынок в сферах селекции, генетики и биотехнологий	11
Цифровизация АПК: цели, задачи, решения	12
Технологии BAYER в вашем смартфоне	13
Лидеры АПК обсудили текущее состояние и перспективы развития отрасли	14
Ветеринарное образование: вызовы, тренды, перспективы	15
Многообразие дезинфицирующих средств в свиноводстве	16
Партнеры по БРИКС демонстрируют интерес к российским разработкам в области ветеринарии	18
Дегельминтизация домашних животных	19
ИСТОРИЯ	
Ветеринарная промышленность и снабжение в годы Великой Отечественной войны в период 1941–1945 гг.	20
НАУЧНЫЕ СТАТЬИ	
ОТ РЕДАКТОРА	
Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 2)	25
ВЕТЕРИНАРИЯ	
Шнякина Т.Н., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б., Степанова К.В. Изучение показателей клинко-иммунологического статуса животных при иммунокоррекции термической травмы у животных в эксперименте	31
Луцый В.И., Руденко П.А., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М. Эффективность терапии высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии	41
Ляшук Ю.О., Романов К.И., Иванищев К.А., Курматова А.В., Самарин Г.Н. Анализ факторов риска развития плоскоклеточной карциномы и оценка подходов к ее лечению	48
Ватников Ю.А., Бяхова В.М., Петрухина О.А., Нотина Е.А., Кротова Е.А., Семёнова В.И. Патогенетические факторы возникновения и прогрессирования кардиоренального синдрома у кошек	56
ЗООТЕХНИЯ	
Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Кван О.В., Букарева Е.А., Сечнев Ю.А. Особенности усвоения питательных веществ и химических элементов бычками при включении в рацион фермента протеазы	63
Топурия Г.М. Влияние пробиотика «Иммунофлор» на пищевую ценность мяса уток	69
Харлап С.Ю., Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Динамика молочной продуктивности коров по лактациям в зависимости от степени инбридинга	75
Романова Е.А., Лейбова В.Б., Тулинова О.В. Линейная оценка и взаимосвязь экстерьерных признаков коз зааненской породы	81
Вафин Р.Р., Гильманов Х.Х. ДНК-технологии идентификации аллелей и генотипов полиморфных маркеров анализируемого локуса гена <i>iNOS Bos taurus</i>	89
АГРОНОМИЯ	
Орлов О.В., Юрченко Е.Г., Ильницкая Е.Т., Козина Т.Д., Макаркина М.В. К изучению фауны цикадовых (Hemiptera: Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края	95
Иванисова А.С., Марченко Д.М., Дубинина О.А., Иванисов М.М., Подгорный С.В. Хозяйственно-биологическая характеристика современных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБУ «АНЦ «Донской»	106
Свирина В.А., Черногаев В.Г. Интенсивная технология возделывания сои на основе использования бактериальных и минеральных удобрений	112
Лапенко Н.Г., Хонина О.В., Старостина М.А. Вопросы сохранения степных фитоценозов аридной территории Ставрополя	119
Причко Т.Г., Головкин К.В. Урожайность и качество плодов яблони сорта Ренет Симиренко в пальметтном саду на Кубани	127
Чабанная Л.П. Интродукция и селекция рода барбарис (<i>Berberis</i> L.) как метод обновления ассортимента декоративных кустарников для озеленения	135
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Базыкин В.И., Шалавина Е.В. Оценка концентраций климатически активных веществ в выбросах при переработке твердых побочных продуктов животноводства	141
РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА	
Рамазанов И.А., Николаева М.А., Рамазанов С.А. Исследование традиций потребления продовольственных товаров в контексте перемен, происходящих в глобальной маркетинговой среде	148
Смирнова В.В. Развитие свиноводства в Северо-Западном федеральном округе в условиях реформ	158
Акчурин С.В., Акчурина И.В., Ониксова С.М. Российские студенческие стартапы в сфере содержания и лечения животных	166
ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК	
Галкин А.И. Применение методов машинного обучения и анализа больших данных в точном земледелии	171
Еремин С.Г. Инновационные технологии на базе больших данных для трансформации сельского хозяйства: возможности и вызовы цифровизации агропромышленного комплекса	175
Панина О.В. Применение блокчейн-технологий для повышения эффективности и прозрачности деятельности агропромышленных холдингов	179
Красюкова Н.Л. Применение блокчейн-технологий в АПК: перспективы повышения эффективности крупных агрохолдингов	184
Новости из ЦНСХБ	188

CONTENTS

INFORMATIONAL, PRACTICAL, ANALYTICAL AND ADVERTISING MATERIALS

NEWS	8
INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES	

How to choose the right premises	9
Profitability of agriculture in new geopolitical conditions	10
Russia needs a breakthrough in the fields of breeding, genetics and biotechnology	11
Digitalization of the agro-industrial complex: goals, objectives and solutions	12
BAYER technologies in your smartphone	13
The leaders of the agro-industrial complex discussed the current state and prospects of the industry development	14
Veterinary education: challenges, trends, prospects	15
The variety of disinfectants in pig farming	16
BRICS partners demonstrate interest in Russian developments in the field of veterinary medicine	18
Deworming of pets	19

HISTORY

Veterinary industry and supply during the Great Patriotic War	20
---	----

SCIENTIFIC ARTICLES

EDITOR'S COLUMN

Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 2)	25
---	----

VETERINARY MEDICINE

Shnyakina T.N., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V. Study of indicators of clinical and immunological status of animals during immunocorrection of thermal injury in animals in an experiment	31
Lutsay V.I., Rudenko P.A., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M. Efficiency of therapy of highly productive cows with comorbid obstetric-gynecological and orthopedic pathology	41
Lyashchuk Yu.O., Romanov K.I., Ivanishchev K.A., Kurmatova A.V., Samarin G.N. Analysis of risk factors for the development of squamous cell carcinoma and evaluation of approaches to its treatment	48
Vatnikov Yu.A., Byakhova V.M., Petrukina O.A., Notina E.A., Krotova E.A., Semenova V.I. Pathogenetic factors of occurrence and progression of cardiorenal syndrome in cats	56

ZOOTECHNICS

Sheida E.V., Duskaev G.K., Kvan O.V., Bukareva E.A., Sechnev Yu.A. Features of the absorption of nutrients and chemical elements by gobies when the protease enzyme is included in the diet	63
Topuria G.M. Effect of probiotic "Immunoflor" on nutritional value of duck meat	69
Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Dynamics of dairy productivity of cows by lactation, depending on the degree of inbreeding	75
Romanova E.A., Leibova V.B., Tulnova O.V. Linear assessment and correlation of exterior features of Saanen goats	81
Vafin R.R., Gilmanov Kh.Kh. DNA technologies for identification of alleles and genotypes of polymorphic markers of the analyzed locus of the <i>Bos taurus iNOS</i> gene	89

AGRONOMY

Orlov O.V., Yurchenko E.G., Ilitskaya E.T., Kozina T.D., Makarkina M.V. Contribution to the knowledge of Auchenorrhyncha (Hemiptera) fauna in the vineyards of Krasnodar region, Russian Federation	95
Ivanisova A.S., Marchenko D.M., Dubinina O.A., Ivanisov M.M., Podgorny S.V. Economic and biological characteristics of modern winter durum wheat varieties developed by the FSBSI «ARC «Donskoy»	106
Svirina V.A., Chernogaev V.G. Intensive technology of soybean cultivation based on the use of bacterial and mineral fertilizers	112
Lapenko N.G., Khonina O.V., Starostina M.A. Issues of conservation of steppe phytocoenosis of the arid territory of Stavropol	119
Prichko T.G., Golovko K.V. Productivity and quality of fruits of the apple tree variety Renet Simirenko in a palmette garden in the conditions of the South of Russia	127
Chebannaya L.P. Introduction and breeding of the genus (<i>Berberis</i> L.) as a method of updating the range of ornamental shrubs for landscaping	135

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Bryukhanov A. Yu., Vasiliev E.V., Bazzykin V.I., Shalavina E.V. Estimation of concentrations of climate-active substances in emissions from processing of solid animal by-products	141
--	-----

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Ramazanov I.A., Nikolaeva M.A., Ramazanov S.A. A study of food consumption traditions in the context of the changes taking place in the global marketing environment	148
Smirnova V.V. Pig breeding development in the North-Western Federal District in the context of reforms	158
Akchurin S.V., Akchurina I.V., Onikova S.M. Russian student startups in the field of animal care and treatment	166

DIGITALIZATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Galkin A.I. Application of machine learning methods and big data analysis in precision agriculture	171
Eremine S.G. Innovative technologies based on Big Data for the transformation of agriculture: opportunities and challenges of digitalization in the agro-industrial complex	175
Panina O.V. Application of blockchain technologies to improve the efficiency and transparency of agro-industrial holdings' activities	179
Krasyukova N.L. Application of blockchain technologies in agriculture: prospects for improving the efficiency of large agricultural holdings.	184

News from the Central Scientific Agricultural Library	188
--	-----

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛНОСТЬЮ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВЕТЕРИНАРНЫХ ВАКЦИН ДОЛЖНО ВЫРАСТИ НА 25% ЗА ШЕСТЬ ЛЕТ

Как сообщил председатель Правительства РФ Михаил Мишустин в ходе федерального просветительского марафона общества «Знание», приуроченного к 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, производство полностью отечественных ветеринарных вакцин должно вырасти в России на четверть в течение следующих шести лет.

«Всё это поможет нашим аграриям ставить новые рекорды», — заявил премьер-министр. Как результат, отметил он, у россиян должен появиться широкий выбор разнообразных и полезных продуктов питания. «И главное — российского производства», — заключил глава кабмина.

(Источник: ТАСС)



ЯРОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ УЖЕ ЗАСЕЯНЫ 10,5 МЛН ГА

Посевная кампания в России набирает обороты: в настоящее время яровой сев идет в 56 регионах. Темпы полевых работ выше прошлогодних. На текущий момент засеяны уже 10,5 млн га, что на 1,3 млн га больше показателя за аналогичный период 2024 года.

Яровые зерновые культуры посеяны на 6,3 млн га (в 2024 году — на 4,8 млн га), в том числе яровая пшеница — на 1,7 млн га, ячмень — на 2,3 млн га, кукуруза — на 0,6 млн га, рис — на 14,1 тыс. га. Под масличные культуры отданы 2,2 млн га, под сахарную свеклу — 0,8 млн га, под овощи — 52,1 тыс. га. Картофель посажен на площади 49,1 тыс. га. Работы проходят штатно, аграрии обеспечены всеми необходимыми материально-техническими ресурсами.

В этом году в РФ общая посевная площадь будет увеличена на 1 млн га и составит около 84 млн га, из них почти 20 млн га отведены под озимые культуры, порядка 56 млн га — под яровые.

(Источник: Официальный сайт Минсельхоза России)

СУЩЕСТВЕННО УВЕЛИЧЕН ОБЪЕМ ПОСТАВОК РОССИЙСКОЙ ПШЕНИЦЫ В РЯД СТРАН АФРИКИ И БЛИЖНЕГО ВОСТОКА

Согласно данным ФГБУ «ЦОК АПК», за три месяца 2025 года несколько стран Африки и Ближнего Востока существенно увеличили импорт российской пшеницы. Что касается африканских стран, то относительно аналогичного периода 2024 года объем поставок пшеницы из России в Бурунди вырос в 9,6 раза (до 30,5 тыс. т), в Камерун — в 2,2 раза (до 50 тыс. т), в Марокко — в 2 раза (до 174 тыс. т), а также в 11,7 раза в Мозамбик (до 73,8 тыс. т) и в 5 раз в Нигерию (до 262 тыс. т).

Помимо этого, зафиксирован рост экспортных поставок российской пшеницы в ряд стран Ближнего Востока. Так, экспорт в Израиль, превысив на 11% результаты аналогичного прошлого года периода, достиг 216,4 тыс. т. В Ирак отправлено вдвое больше этой культуры, чем за весь 2024 год, в Ливан — в 3 раза больше, чем в I квартале 2024 года (149 тыс. т).

(Источник: Официальный сайт ФГБУ «ЦОК АПК»)

ПОЛИМОРФИЗМЫ ГЕНОВ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ ВЫЯВЛЕНЫ У ПЯТИ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Уральские ученые обнаружили устойчивые к антибиотикам микроорганизмы и выявили полиморфизмы генов с устойчивостью к заболеваниям у пяти пород крупного рогатого скота (КРС). Исследования, которые у сотрудников УрФАНИЦ УрО РАН заняли четыре года (подобная работа проведена в Свердловской области впервые), позволят создавать перспективные селекционно-племенные программы и эффективнее лечить животных от распространенных заболеваний. В ходе исследований ученые подробно изучили генетический профиль пяти пород КРС: голштинской и разводимых на востоке и северо-востоке европейской и центральной частях России аборигенных пород — сычевской, истобенской, тагильской и суксунской. Работа выполнена в рамках гранта РНФ «Изучение ассоциаций молекулярно-генетических маркеров с ценными физиологическими признаками сельскохозяйственных животных с целью направленной селекции для повышения адаптационного потенциала и долголетия». По результатам исследований были выявлены варианты генов, определяющих состояние здоровья КРС, устойчивость или предрасположенность к определенным заболеваниям и благоприятные физиологические параметры. Помимо этого, учеными из Екатеринбурга были выявлены свыше 400 микроорганизмов с генами устойчивости к антибиотикам (исследования в регионе проводили впервые). Для получения базы данных ветспециалисты взяли более 400 проб молока и смывов из репродуктивного тракта коров голштинской породы. Эту работу проводили в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) «Молекулярно-генетическая и фенотипическая характеристика микробиоты репродуктивной системы крупного рогатого скота» и госзадания Минобрнауки России «Разработка методологических подходов к мониторингу, контролю и сдерживанию антибиотикорезистентности оппортунистических микроорганизмов в животноводстве».

(Источник: Официальный сайт ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН)



Источник фото: пресс-служба ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН

ЧТОБЫ ВАШИ ДЕНЬГИ НЕ УШЛИ В НАВОЗ: КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ ПРЕМИКСЫ

В условиях оптимизации расходов на корма для крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах наиболее удобным и эффективным вариантом обеспечения экономичного здорового рациона может стать собственное приготовление комбикормов с добавлением витаминно-минеральных премиксов.

Витаминно-минеральную часть комбикорма легко восполняют премиксы — сбалансированные кормовые добавки, специально разработанные для экономии затрат на приобретение заводских комбикормов. Комбикорм с премиксом полностью покрывает потребности крупного рогатого скота (КРС) в жизненно важных микронутриентах, способствует оздоровлению поголовья, лучшему усвоению кормов, повышению продуктивности животных и рентабельности производства.

Минеральное питание имеет огромное значение для правильного роста и развития молодняка КРС. Дефицит рациона телят хотя бы по одному витамину, макро- и микроэлементу вызывает нарушение в развитии органов и тканей, имеющих высокую скорость роста, снижает жизнеспособность и иммунный статус молодняка. Отставание в начальный период развития восполнить в дальнейшем уже невозможно, поэтому грамотная технология кормления телят — основа продуктивности взрослых животных.

Минеральной составляющей рациона коров, быков, нетелей необходимо уделять особое внимание. По оценкам специалистов-агрохимиков, из-за обеднения почв большинства регионов России традиционные растительные корма дефицитны по содержанию кобальта, йода, марганца, селена, кальция, фосфора, то есть критических минералов, лимитирующих молочную и мясную продуктивность КРС. При хроническом недостатке биоактивных веществ организм животного не способен обеспечить уровень обменных процессов, обусловленный породным генетическим потенциалом.

Важно помнить: для получения отличного результата премиксы должны быть качественными, от проверенного производителя. Экономия на качестве — мина замедленного действия. «Выгодное предложение» от посредников, как правило, означает фальсификат, который может поставить под удар всю работу хозяйства. Нехватка и переизбыток одного-двух критических компонентов снижают эффективность всего комплекса на 90%, негативно отражаются на здоровье животных, количестве и качестве получаемой продукции. Вывод: не ищите «выгодных предложений», ищите надежного производителя.

Основными критериями выбора должны быть:

- наличие собственного производства, сертифицированного по системе менеджмента качества ISO 9001:2011;
- собственная испытательная лаборатория и научно-технологическая база;

- гарантия качественного сырья от проверенных поставщиков, обеспечивающая безопасность продукта.

Всем этим требованиям отвечает широко известная отечественная компания — Производственно-торговый альянс «Агровит — Капитал-Прок», выпускающая идеально сбалансированные витаминно-минеральные добавки собственной разработки в серии «Умные премиксы».

«Умные премиксы»

- изготовлены без ГМО, антибиотиков, консервантов, стимуляторов роста;
- имеют гарантию производителя на заявленный состав компонентов;
- дают возможность готовить сбалансированный комбикорм на основе любой кормовой базы;
- повышают молочную и мясную продуктивность КРС на 10–25%;
- профилактируют проблемы минеральной недостаточности, снижают заболеваемость и падеж на 20–40%;
- сокращают расходы на ветеринарное обслуживание;
- повышают питательную ценность рациона при удешевлении единицы продукции;
- выводят кормовые токсины из организма животных;
- улучшают вкусовые качества продукции, обогащают ее витаминами и минералами.

В составе «Умных премиксов» только качественные минеральные составляющие, витамины от ведущих мировых производителей, мультиферментные компоненты. Качество премиксов гарантировано использованием высокотехнологичного оборудования и многоступенчатым контролем входящего сырья и выпускаемой продукции.

В ассортименте фирменных премиксов для КРС — премикс «Гаврюша» для телят 1–6 месяцев, «Буренка» для молочных коров, быков, телок, нетелей, а также специальные рецептуры, позволяющие сделать акцент на критических отрезках жизненного цикла животных (выращивание молодняка, сухостой, отелы, новотельный период, лактация). Предприятие выпускает высококонцентрированные премиксы для коз, овец, свиней, птицы, кроликов. Опыт показывает, что грамотные вложения в кормовой рацион многократно окупаются сохранением здоровья и повышением продуктивности животных, чтобы ваши деньги не ушли в навоз.

Тел. 8 (800) 200-38-88 (бесплатная линия)



prok.ru



agrovit87.ru



ДОХОДНОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

В рамках XXIX Никоновских чтений состоялась Международная научно-практическая конференция «Доходность сельского хозяйства в нестабильной экономике: измерение и пути повышения». В числе организаторов конференции Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, Вольное экономическое общество России (ВЭО России), экономический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, на площадке которого и проходила (в гибридном формате) конференция.

В ходе пленарного заседания конференции с докладом «Аграрная политика и доходность сельского хозяйства в России» выступил модератор мероприятия академик РАН, доктор экономических наук Александр Петриков, руководитель ВИАПИ им. А.А. Никонова — филиала ФНЦ ВНИИЭСХ. «Проблема доходности, ее теория исследованы экономистами основательно. Давно известно, что в силу неустранимой специфики сельского хозяйства уровень его доходности гораздо ниже, чем в других отраслях экономики», — заметил он. Основные причины этого явления, согласно презентации ученого, — низкая эластичность спроса на сельхозпродукцию по цене и доходу, более высокий уровень конкуренции в сельском хозяйстве по сравнению с отраслями, поставляющими ему ресурсы, медленная оборачиваемость капитала из-за длительности производственного цикла в большинстве сельскохозяйственных подотраслей, а также высокая зависимость агропроизводства от природно-климатических факторов. «Совокупное действие этих причин обуславливает необходимость специальной политики по поддержанию доходов сельхозпроизводителей», — заявил экономист.

По информации спикера, в настоящее время (на протяжении последних нескольких лет) наблюдается снижение доходности сельского хозяйства, особенно в секторе малых форм аграрного биз-

неса, что вызвано по большей части ростом производственных издержек сельхозтоваропроизводителей (из-за растущих «ножниц цен» между сельским хозяйством и промышленностью). В связи с этим он сообщил о представленных в ГД РФ предложениях ВИАПИ им. А.А. Никонова. В частности, уточнил академик, авторами предложений было заявлено, что статью 7 Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» необходимо дополнить положением следующего содержания: одним из направлений господдержки сельского хозяйства является поддержание паритета индексов цен на сельхозпродукцию, сырье и индексов цен (тарифов) на промышленную продукцию (услуги), используемую сельскохозяйственными товаропроизводителями. В документе было отмечено, что порядок расчета и поддержания паритета индексов таких цен и обеспечения доходности сельхозтоваропроизводителей устанавливается правительством РФ.

Выступая с докладом на тему «Государственная поддержка и рентабельность сельского хозяйства в условиях трансформации сельского хозяйства», заведующий кафедрой аграрной экономики экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова доктор экономических наук Сергей Киселев сделал акцент на необходимости поиска баланса интересов между государством и сельхозтоваропроизводителями, а также четкого ранжирования краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных интересов и целей (отметив в их числе создание устойчивой экономики (resilient) с учетом экологических и социальных вопросов и развитие цифровой аграрной экономики на всех уровнях).

По мнению гендиректора Национального союза производителей молока (Союзмолоко) Артёма Белова, в ближайшие годы развитие сельского хозяйства, его устойчивость будет определять экспортоориентированная парадигма. «Мы действительно растем по экспорту достаточно устойчиво и сейчас входим в топ-20 ключевых экспортеров продовольствия. В планах — в течение шести-семи лет войти в десятку крупнейших мировых экспортеров», — отметил он.

Ю.Г. Седова



РОССИИ НЕОБХОДИМ РЫВОК В СФЕРАХ СЕЛЕКЦИИ, ГЕНЕТИКИ И БИОТЕХНОЛОГИЙ

В Москве, в Международной промышленной академии, 21.11.2024 состоялось очередное заседание Международного клуба агробизнеса на тему «Интеграция науки, бизнеса и власти в целях обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации в агропромышленной сфере». Провел мероприятие президент Агробизнесклуба, первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин.

В ходе заседания был рассмотрен ряд ведущих траекторий развития АПК России, в их числе — перспективы развития отечественных научных разработок в селекции и генетике, производства критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, ветеринарных препаратов. Участники мероприятия отметили необходимость объединения научного сообщества, государства и бизнес-структур с целью обеспечения сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности РФ высокопроизводительной техникой и оборудованием российского производства. А также — усиления партнерского взаимодействия, укрепления и углубления связей между агропромышленным комплексом и научно-исследовательскими институтами страны для ускорения внедрения технологий и достижения технологического суверенитета.

Заседание, проинформировали организаторы, проводится во исполнение государственных задач в области российского АПК, установленных Указом Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» и в рамках подготовки запускаемого с 2025 года нацпроекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Новый национальный проект содержит пять федпроектов — федеральных программ, нацеленных на развитие определенных аспектов аграрной сферы. Это — «Создание условий для развития научных разработок в селекции и генетике», «Производство критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, технологических вспомогательных средств», «Ветеринарные препараты», «Техническая и технологическая независимость сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности» и «Кадры в АПК».

Как сообщил первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин, в целях реализации положений Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию было поручено обеспечить разработку, утверждение и



реализацию новых национальных проектов технологического суверенитета по нескольким ключевым направлениям, в том числе в области обеспечения продовольственной безопасности. Сегодня для достижения технологического суверенитета в агропромышленном комплексе, по оценке федерального Минсельхоза, необходимо совершить рывок в сферах селекции, генетики, биотехнологий, в производстве эффективных ветеринарных препаратов, сельскохозяйственной техники и оборудования, заявил он, отметив, что недостаточная самообеспеченность в этих областях создает риски и для продовольственной безопасности, и для конкурентоспособности АПК.

«Казалось бы, отечественное сельское хозяйство, отрасли пищевой и перерабатывающей промышленности демонстрируют устойчивый рост: например, по итогам 2023 года Россия произвела 148 миллионов тонн зерновых, 31 миллион тонн масличных, 53 миллиона тонн сахарной свеклы. Страной достигнуты рекордные показатели по производству картофеля — 8,6 миллиона тонн, овощей — 7,6 миллиона тонн, фруктов — около двух миллионов тонн. В то же время Российская Федерация занимает сейчас не более двух процентов в объеме мирового сельскохозяйственного производства», — сказал парламентарий. Одна из причин сложившейся ситуации, по его мнению, — низкая эффективность. Изменить положение дел и призван нацпроект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», резюмировал законодатель.

Ю.Г. Седова

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК: ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, РЕШЕНИЯ

Ведущие эксперты обсудили текущее положение дел в сельхозотрасли и перспективы ее устойчивого развития в контексте цифровой экономики в рамках деловой программы VI Федерального IT-форума агропромышленного комплекса России «Smart Agro: цифровая трансформация в АПК». Организатором мероприятия, прошедшего 01.11.2024 в Москве в гибридном формате, выступила Информационная группа ComNews, соорганизатором — Инжиниринговый центр Тимирязевской академии (ИЦТА). В форуме принял участие врио директора ФГБУ «Центр агроаналитики», подведомственного учреждения Минсельхоза России, Дмитрий Авельцов.

Как было отмечено в ходе первой сессии «Инновационные решения для растениеводства и животноводства» форума, ускорение темпов цифровизации агропрома связано в основном с активным развитием на протяжении последних двух десятилетий отечественной сельхозотрасли. Так, за 2000–2023 годы производство продукции АПК РФ выросло на 87%, в том числе выпуск зерна увеличился с 65,4 до 147 млн т (с учетом новых территорий), мяса — с 7 до 16,5 млн т, то есть более чем вдвое.

Такие данные привел в своем докладе на тему «АПК: цифровая эволюция рынков» руководитель ФГБУ «Центр агроаналитики» Д. Авельцов. За указанный период, добавил он, вылов рыбы увеличился с 3,25 до 5,3 млн т, а экспорт агропродукции — с 1,4 млрд долл. до 43,5 млрд долл. США. «В 2021 году мы стали нетто-экспортером, то есть вывозим продукции больше, чем завозим», — уточнил эксперт.

В настоящее время, отметил спикер, перед российским агропромышленным комплексом стоят задачи по увеличению производства продукции АПК на 25% до 2030 года (к уровню 2021 года) и росту экспорта агропродукции — до 55 млрд долл. (к 2030 г.).

Выполнение данного целевого сценария требует наращивания не только товарной массы сельхозпродукции, но и повышения ее качественного уровня, что возможно в результате увеличения эффективности агропроизводства, пояснил Д. Авельцов. В связи с этим, по его словам, необходима интеграция государственных информационных систем: ФГИС «Зерно», Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) и ФГИС «Семеноводство». «На текущий момент системы плотно интегрируются, взаимодополняют друг друга (семена, земля, полученная продукция), таким образом, происходит консолидация сведений о состоянии отрасли и происходящих в ней процессах», — сообщил эксперт.

Заострив внимание на стартовавшей в начале осени 2024 года ФГИС «Семеноводство» — третьей госинформсистеме в сфере российского АПК, спикер выделил цели ее внедрения:

- автоматизация сбора, обработки, хранения и анализа информации о семенах;
- обеспечение прослеживаемости партий семян;



Источник фото: Официальный сайт Союза участников рынка картофеля и овощей (Картофельного союза)

- регистрация результатов экспертизы, исследования семян;
- повышение качества контроля и прослеживаемости оборота семян сельхозрастений.

Согласно презентации докладчика, система выполняет такие функции, как учет данных о семенах, сбор сведений о сделках при обороте семян, сбор информации о ввозе и вывозе семян, учет оригинаторов сортов и гибридов, сбор сведений о наличии в семенах ГМО.

С первого дня работы ФГИС «Семеноводство», ставшей обязательной с 01.09.2024, по 1 октября 2024 года в ней зарегистрировались (и внесли сведения о посевном материале) 10 тыс. участников рынка семян, из них 900 семеноводческих организаций, или 60% от целевого количества, проинформировал Д. Авельцов. «Благодаря внедрению информсистем в практику появилась детализированная статистика. Например, ФГИС «Зерно» позволяет увидеть объем продукции, собранной с одного поля, получить полную информацию о юрлицах: какое количество зерна они собрали, какое — продали, куда затем зерно было направлено», — рассказал эксперт.

На сегодняшний день все эти данные в детализированном виде доступны только федеральному Минсельхозу, то есть государству, пояснил он, уточнив, что в системе имеется функция открытых данных. «На сайте Министерства сельского хозяйства РФ есть определенный срез информации из ФГИС «Зерно». Он размещен в разделе «Открытые данные». Пожалуйста, обращайтесь, смотрите. Полезность этой информации мы повышаем каждый год», — отметил спикер.

Ю.Г. Седова

ТЕХНОЛОГИИ BAYER В ВАШЕМ СМАРТФОНЕ



Современное общество стремительно движется по пути глобальной цифровой трансформации. Диджитал-инструменты проникли во все отрасли экономики, включая АПК. Неудивительно, ведь цифровые технологии предоставляют доступ к необходимой информации в режиме «здесь и сейчас», позволяя сэкономить время без ущерба результату.

Поддерживая данный тренд, компания Bayer разработала мобильное приложение **Bayer CS* Russia**. В нем руководители и агрономы российских сельхозпредприятий найдут достоверную и максимально полную информацию о продуктах Bayer, а также получат ответы на актуальные вопросы.

Каталог средств защиты растений

Интенсивное земледелие подразумевает эффективную защиту растений от вредных объектов. Ежегодно компания Bayer выводит на российский рынок новые препараты, и на сегодняшний день ее продуктовый портфель состоит из десятков фунгицидов, гербицидов, инсектицидов, протравителей, а также адъювантов.

Каталог средств защиты растений, представленный в приложении **Bayer CS Russia**, включает как хорошо известные, так и абсолютно новые препараты. По факту регистрации новых продуктов информация в каталоге обновляется, пользователи приложения узнают о новинках в числе первых.

Удобная система фильтров позволяет найти нужный продукт по его категории, действующему веществу или сельхозкультуре, на которой он зарегистрирован.

Семена кукурузы и подсолнечника DEKALB

Этот раздел содержит информацию о гибридах кукурузы и подсолнечника селекции DEKALB. Здесь вы можете подобрать гибрид, подходящий по назначению, ФАО (кукуруза) и технологии защиты (подсолнечник), а при необходимости — сравнить характеристики до трех гибридов одновременно.

Список вредных объектов

Раздел со справочной информацией содержит данные по более 350 видам вредоносных объектов — сорняков, болезней и вредителей. С его помощью пользователь приложения может не только ознакомиться с подробной информацией о каждом конкретном объекте, но и найти эффективное решение для борьбы с ним.

* Crop Science



Дистрибьюторы

В разных регионах России действует сеть официальных дистрибьюторов компании Bayer. Специальный раздел помогает найти ближайшего из них. Укажите свой регион, и система представит адреса и номера телефонов ближайших поставщиков продукции Bayer.

Среди других преимуществ Bayer CS Russia

- **Офлайн-режим.** Интернет можно найти не на каждом поле. Но приложение **Bayer CS Russia** работает в офлайн-режиме, даже в отсутствие интернета.
- **Система подсказок** обеспечит новым пользователям легкий старт и быструю адаптацию к работе в приложении.
- **Поиск.** Оперативно найти необходимую информацию помогут система фильтров и поиск по ключевым словам.
- **Избранное.** Нашли в приложении важную информацию, которая обязательно пригодится в дальнейшей работе? Сохраните ее в «Избранном», чтобы в дальнейшем не тратить время на поиски.

Установите приложение **Bayer CS Russia** на свой смартфон и всегда держите актуальный каталог средств защиты растений, семена кукурузы и подсолнечника DEKALB, справочник вредных объектов и другую полезную информацию под рукой.

Внимание! Старое приложение Crop Science Catalog скоро будет удалено из App Store и Google Play. Не ждите: удаляйте старое приложение сейчас и загружайте **Bayer CS Russia**.



ЛИДЕРЫ АПК ОБСУДИЛИ ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

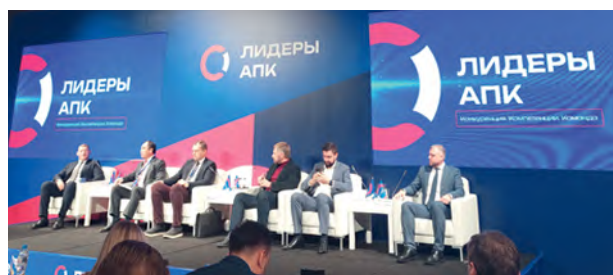
Проблематику устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса в условиях глобальных изменений, с акцентом на положение дел в отрасли птицеводства, обсудили руководители крупнейших агрохолдингов, представители отраслевых союзов и государственных органов, ведущие производители кормовых добавок, оборудования и ветпрепаратов в рамках Международной конференции «Лидеры АПК. Конкуренция. Компетенции. Команда» (2–3 апреля, г. Москва). Одним из организаторов мероприятия, объединившего более 350 участников из Российской Федерации и Республики Беларусь, выступила Группа компаний ВИК.

Необходимость сосредоточиться на развитии внутренних производственных мощностей, сокращении зависимости от зарубежных поставок и повышении конкурентоспособности отечественной продукции отметил, обращаясь с приветственным словом к участникам конференции, первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин. «Импортозамещение — это не ответ на внешние ограничения, а возможность — создания производств, рабочих мест в регионах, внедрения инноваций, применения наиболее передовых технологий», — заявил он. Значительный вклад в повышение уровня компетенций специалистов отрасли, их технологической грамотности вносит проект «Лидеры АПК», отметил парламентарий.

Депутат Госдумы Сергей Тен заострил внимание на росте экспорта агропродукции России — как одним из основных достижений сельхозотрасли. Он сообщил, что с начала XXI века наша страна увеличила поставки сельскохозяйственной продукции на экспорт почти в 30 раз: с 1,5 млрд долл. в 2000 году до 45 млрд долл. в 2024-м. «Мы занимаем первое место по экспорту пшеницы, — сказал депутат, — обогнали США, Канаду и Австралию». Также, добавил он, за указанный период удвоился объем производства сельхозпродукции и, как результат, РФ вошла в число мировых лидеров по выращиванию зерна, подсолнечника, рапса, сои, картофеля и ряда других сельхозкультур.

Кроме того, Россия, по данным на конец минувшего года, находится на 4 месте в мире по производству мяса птицы и входит в топ-10 его мировых экспортеров. Об этом сообщил генеральный директор Национального союза птицеводов Сергей Лахтюхов. «В 2024 году было экспортировано более 428 тысяч тонн мяса птицы (прирост составил 25 процентов), — чтобы развивать отрасль далее, нужно активнее увеличивать этот показатель», — заявил он.

Исполнительный директор Национальной ассоциации производителей индейки Анатолий Вельматов, представляя доклад на тему «Индейководство России: итоги, прогнозы и перспективы», отметил, что и в этой отрасли наша страна — в числе мировых лидеров. «По итогам прошлого года рост производства индейки и, соответственно, ее



экспорта составил 3,8 процента, — сказал он. — Мы экспортировали более 27,67 тысяч тонн мяса, из которых 16,6 тысяч тонн (примерно 60 процентов) пришлось на Китай. В текущем году планируем выйти на 35 тысяч тонн».

Исполнительный директор ГК ВИК Сергей Каспарьянц, выступая с докладом «Новый облик российского рынка ветеринарной фармацевтики», отметил: растущие потребности отрасли в качественных ветеринарных препаратах открывают новые возможности для развития отечественного производства и внедрения инновационных решений.

Актуальной теме специализации вузов в новой системе подготовки кадров посвятил свое выступление ректор Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина Сергей Позябин. В частности, информируя о проектах по повышению качества подготовки кадров для агропромышленного комплекса РФ, он акцентировал важность практикоориентированного подхода. Так, ректор сообщил, что главой федерального Минсельхоза Оксаной Лут поставлена задача по ужесточению требований к агровузам, имеющим недостаточное количество (или не имеющим вовсе) компетентных специалистов-преподавателей и не обладающим необходимыми связями с работодателями.

Сегодня аграрные вузы стремятся активно привлекать молодежь и ориентировать ее на востребованные в сельском хозяйстве профессии, отметил Кирилл Племяшов — ректор Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины. Крайне важно, заключил он, чтобы выпускники таких вузов возвращались в свои родные регионы, развивали местные экономики и вносили вклад в сельское хозяйство.

Ю.Г. Седова

ВЕТЕРИНАРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ВЫЗОВЫ, ТRENDS, ПЕРСПЕКТИВЫ

Ключевые задачи и пути повышения качества подготовки ветеринарных специалистов обсудили участники пленарного заседания на тему «Задачи и перспективы развития ветеринарного образования» II Всероссийского съезда по ветеринарному образованию (7–8.04.2025, г. Москва, МГАВМиБ — МВА им. К.А. Скрябина).



Как сообщила на пленарном заседании директор департамента научно-технологической политики и образования Минсельхоза России Юлия Кондыкова, профильное высшее образование должно осуществлять подготовку квалифицированных кадров для отрасли «под ключ», с востребованными в условиях современных производственных процессов навыками и компетенциями, мотивированными на работу в агросекторе. «Однако, согласно статистике по трудоустройству наших выпускников, в настоящее время по специальности трудоустраивается немногим более 30 процентов», — сказала она. В этой связи, по словам чиновника, особенно важна профориентационная работа со школьниками, — в том числе в агротехклассх (в России к 2030 году планируется довести количество таких классов до 18 тыс.). Она напомнила: основная цель реализуемого с начала текущего года федерального проекта «Кадры в АПК», входящего в состав нацпроекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», — достижение к 2030 г. укомплектованности кадрами предприятий агропромышленного комплекса на уровне не менее 95%, а также создание условий для системного взаимодействия работодателей и образовательных организаций.

Без эффективного взаимодействия вузовской науки, научных организаций и предприятий, производящих лекарственные ветсредства, невозможна реализация одной из важнейших задач, поставленных в рамках нацпроекта, — «обеспечение импортонезависимости», в том числе по лекарственным препаратам для ветеринарного применения, отметила директор департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства РФ Мария Новикова. «Без глубокого погружения (еще во время образовательного процесса) студентов в практику, полностью готовыми к работе специалистами, несмотря на наличие диплома, они из вуза не выйдут, — заявила она. — Таким выпускникам потребуются дополнительные знания и умения».

Сегодня, — учитывая современные реалии необходимости обеспечения технологического суверенитета России, — перед отечественными ветеринарами и зоотехниками стоят задачи государственной важности, решение которых определяет эффективность работы АПК РФ, отметил Виктор Неумывакин — директор департамента государственной политики в сфере среднего профессионального образования и профессионального обучения Министерства просвещения РФ. Он, в частности, сообщил, что система современного ветеринарного и зоотехнического среднего профессионального образования включает

переориентацию под потребности российского товаропроизводителя, переход от иностранных к российским технологиям и оборудованию, совершенствование адресной подготовки выпускников организаций СПО. По данным мониторинга среднего профобразования, по укрупненной группе профессий и специальностей «Ветеринария и зоотехния» обучается около 33 тыс. студентов учреждений СПО, — подготовка включает пять специальностей («ветеринария», «зоотехния», «охотоведение» и «звероводство», «кинология»), проинформировал спикер. «На мой взгляд, нужно еще плотнее работать с предприятиями, еще серьезнее связывать образовательные программы с потребностями рынка труда. И, как мне представляется, не до конца использован инструмент целевого обучения, — здесь есть потенциал для роста», — заметил он.

По мнению президента Ассоциации практикующих ветеринарных врачей, заслуженного ветеринарного врача РФ Сергея Середы, если в вузах клинические дисциплины не будут вести практикующие врачи, — и в отсутствии реальных практик, — образование улучшить невозможно. «Преподаватели клинических кафедр должны иметь практический навык работы», — уточнил он. Эксперт выступил против заочной формы обучения в ветеринарии, — по его словам, она снижает профессиональный уровень. А без высокопрофессиональной ветпомощи не будет ни здоровья у домашних питомцев, ни подъема животноводства, ни эпизоотической и продовольственной безопасности, отметил он.

Как пояснил ректор ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина», председатель ФУМО ВО по УГСН 36.00.00 «Ветеринария и зоотехния» д.в.н. Сергей Позябин, в программах заочной формы обучения, при реформировании системы ветобразования, предлагается установить минимальное количество часов и обязательный пятилетний стаж работы на производстве, — таким образом, существующую годами проблему можно решить в новом федеральном образовательном стандарте.

В числе основных задач, стоящих перед образовательным сообществом, ректор выделил профориентационную работу — по привлечению в отрасль талантливых молодых людей, ориентации их на поступление в вузы на специальность «ветеринария». «На сегодняшний день это направление в агрообразовании — наиболее востребованное из всех сельхознаук», — отметил он.

Ю.Г. Седова

МНОГООБРАЗИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ В СВИНОВОДСТВЕ

Проблемы с микроорганизмами, которые вызывают инфекционные болезни у сельскохозяйственных, весьма актуальны, несмотря на большой выбор биоцидных препаратов. Дезинфекция — одно из важнейших направлений в комплексе мер по борьбе с заразными болезнями, имеет высокое значение в профилактике и ликвидации инфекций.



При выборе современных дезинфицирующих препаратов необходимо учитывать ряд свойств и особенностей: антимикробную активность в отношении микроорганизмов четырех групп устойчивости, токсическое воздействие на человека, животных и окружающую среду, включая обрабатываемые поверхности, а также условия, сроки хранения и стабильность концентрации в процессе хранения, удобство в использовании и возможности применения с помощью различных приборов и устройств.

Наиболее распространенной является система классификации дезинфицирующих препаратов по группам на основе действующего вещества (ДВ).

Хлорсодержащие средства. В основе действия хлорсодержащих препаратов лежат процессы окисления и угнетения важных ферментных реакций, денатурация белка. Воздействие хлора вызывает необратимые изменения в цитоплазме и клеточной стенке бактериальной клетки.

Фенолсодержащие средства. Действие обусловлено резкой коагуляцией протоплазмы бактерий и разрушением мембранных структур и, как следствие, лизисом бактерий. Но такие недостатки фенолсодержащих препаратов, как неприятный едкий запах, раздражающее и sensibilizing действие некоторых из них, канцерогенное действие в качестве отдаленного последствия, снижают их ценность.

Спирты. Широко распространены и применяются в качестве антисептиков, обладают высокой бактерицидной активностью в отношении вегетативной микрофлоры, микобактерий и грибов. К ним относятся этиловый, метиловый и изопропиловый спирты. Действие спиртов сводится к денатурации белков и ферментов клетки (спиртосодержащие жидкости используются для обеззараживания кожи перед инъекциями).

Кислоты. Применяются в смеси с другими дезинфицирующими средствами и для улучшения растворимости труднорастворимых в воде препаратов.

Щелочи. В ветеринарной практике дезинфекции широко применяется гидроксид натрия. Большую популярность приобретают щелочи на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС).

Альдегиды. Имеют обширный спектр действия, негативно воздействуют даже на споры грибов. Легко проникают к местам скопления микробов на материалах, при этом не повреждая ткани и не вызывая коррозию металлов.

Перекись водорода. Не имеет характерного запаха, малотоксична и безопасна для окружающей среды. Можно обеззараживать стойкие к коррозии металлические поверхности, стекло и пластмассу.

Третичные амины. Малотоксичные и имеют хорошие моющие характеристики. Действуют против большинства микроорганизмов.

Четвертичные амины. Малотоксичные, эффективны против патогенных штаммов микроорганизмов. Используются для обеззараживания оборудования и поверхностей.

Гуанидины. Нетоксичные, что позволяет использовать их и в пищевой промышленности. При нанесении на предметы образуют стойкую пленку.

Комбинированные дезинфицирующие средства. Состоят из нескольких вышеперечисленных активных ДВ и подавляют широкий спектр микроорганизмов.

Дезинфицирующие средства не только блокируют пути проникновения болезнетворных микроорганизмов на свинофермы, но и эффективно регулируют популяции уже существующих микробов, способных массово размножаться в данной экосистеме. Процесс обеззараживания представляет собой последовательность из трех шагов:

1. Удаление крупных загрязнений внутри здания путем промывки водой под давлением.

2. Использование моющих средств для окончательного удаления органического материала.

3. Использование дезинфицирующего средства.

В ходе эволюции, благодаря механизму естественного отбора, у микроорганизмов развивается способность защиты от угрозы, исходящей от антимикробных агентов. Устойчивость микроорганизмов к дезинфектантам может формироваться в том случае, если помещение обработано не полностью или применялся дезинфектант в низкой концентрации. Погибает ничтожный процент микроорганизмов, у остальных начинается формироваться устойчивость к ДВ. Когда микроорганизм сталкивается с губительным веществом в низкой

концентрации, неспособной сразу убить клетку, он начинает изменяться. Клеточная стенка утолщается, становится менее проницаемой. Впоследствии клетка приобретает способность противостоять более высоким концентрациям дезинфектанта. Важно при проведении дезинфекции помещений для содержания животных рассчитывать площадь обрабатываемых поверхностей, а также концентрацию и нормы расхода рабочих растворов согласно инструкции на препарат.

В дезинфекционной индустрии основным критерием выбора эффективного средства является его состав, который может быть монокомпонентным или поликомпонентным. Это разграничение играет ключевую роль в определении механизма действия дезинфектантов и их применения в различных областях.

Монокомпонентные дезинфектанты содержат в своем составе одно активное вещество, что делает их идеальными для целевого применения. Преимущество заключается в простоте и предсказуемости воздействия на известные микроорганизмы. Однако эффективность ограничена спектром действия одного компонента.

С другой стороны, поликомпонентные дезинфектанты состоят из нескольких активных компонентов. Такой состав позволяет создавать более широкий спектр антимикробного действия, повышая шансы на уничтожение разнообразных микроорганизмов. Включение нескольких ДВ может помочь снизить риск развития резистентности среди микробов к дезинфицирующему средству.

Выбор между монокомпонентным и поликомпонентным дезинфектантом зависит от конкретной задачи и требуемой эффективности. Понимание различий между этими типами дезинфектантов является ключевым для выбора наиболее подходящего средства для борьбы с микробами в различных условиях. Важно учитывать как тип и характеристики микроорганизмов, так и специфические требования к безопасности и эффективности в конкретной области применения.

Современные требования в свиноводстве диктуют изменения в ветеринарной технологии и в системе биозащиты. Обеспечить надежную биозащиту — это гарантия по недопущению проникновения на животноводческие предприятия особо опасных и опасных возбудителей, а также «экономических» заболеваний.

Традиционными дезинфектантами являются горячий раствор едкого натра и формальдегид, известные своей способностью навредить оборудованию и опасные для здоровья. Поступательное движение науки в области дезинфекции привело к появлению современных дезинфицирующих средств, которые включают в себя глутаровый альдегид, четвертичные аммониевые соединения, пероксомоносульфат калия, обеспечивая высокую эффективность благодаря их сочетанию в оптимальных пропорциях для достижения синергического эффекта.

Рынок отдает предпочтение средствам, объединяющим несколько активных компонентов, что делает их весьма популярными благодаря повышенной эффективности. Современные дезинфектанты нетоксичны или малотоксичны, практически безвредны для окружающей среды и не требуют специализированных мер по утилизации отработанных рабочих растворов.

В выборе новых поликомпонентных дезинфицирующих средств, помимо состава ДВ, необходимо обращать внимание и на количество ДВ в препарате (мг/л). Оптимально подобранный состав ДВ в дезинфектанте позволяет снизить концентрации использования рабочих растворов, а также экспозицию после обработки.

Особую актуальность внедрения новых высокоэффективных дезинфектантов приобрела в последние годы проблема с распространением в РФ африканской чумы свиней (АЧС), представляющей реальную угрозу свиноводству страны. Еще не разработаны средства специфической профилактики против АЧС. Ведущую роль в возникновении и распространении опасного заболевания играет человеческий фактор. Для предотвращения разноса возбудителя АЧС из очагов инфекции необходима надежная дезинфекция, в том числе транспортных средств.

Интересные данные были получены при изучении свойств нового препарата «Комбидез». Согласно отчету о проведении испытаний по оценке вирулицидной активности препарата «Комбидез» в отношении вируса АЧС в ФГБУ «ВНИИЗЖ» было установлено, что достаточно 0,2% концентрации рабочего раствора и экспозиции 10 мин. для уничтожения вируса, находящегося как с белковой нагрузкой, так и без нее.

Препарат в своем составе имеет сбалансированный состав глутарового альдегида, ЧАСов, спиртов и ПГМГ-гидрохлорида (полигексаметиленгуанидин гидрохлорид). Полигексаметиленгуанидин гидрохлорид образует на обрабатываемых поверхностях микропленку, безопасную для материалов, но губительную для патогенов. Данная микропленка обеспечивает длительный контакт с обрабатываемыми поверхностями всего комплекса ДВ «Комбидеза» и способствует необходимой экспозиции препарата. Благодаря высокой дезинфицирующей активности «Комбидез» можно применять для дезинфекции помещений, содержания животных, заправки дезинфекционных ковриков и дезбарьеров, а также дезинфекции въезжающего транспорта на свинокомплекс.

Использование современного поликомпонентного дезинфицирующего средства позволит снизить риски проникновения опасных возбудителей инфекционных болезней на территорию предприятия, а также предотвратить распространение инфекционных болезней внутри животноводческого комплекса.

Икрамов Д.А., ведущий специалист департамента биобезопасности и санитарного контроля ГК ВИК

ПАРТНЕРЫ ПО БРИКС ДЕМОНИСТРИРУЮТ ИНТЕРЕС К РОССИЙСКИМ РАЗРАБОТКАМ В ОБЛАСТИ ВЕТЕРИНАРИИ



Актуальные вопросы отрасли, в том числе — проблемы и перспективы развития рынка ветпрепаратов, обсудили участники Международной конференции по ветеринарии «От здоровья животных к здоровью человека». Мероприятие прошло 29.04.2024 в гибридном формате в рамках Международной выставки-форума «AGROBRICS+» (28–30.04.2025, г. Москва, ЦБК «Экспоцентр»), ставшей, как отметили ее организаторы, логичным продолжением успешной 29-летней истории специализированной выставки «MVC: Зерно-Комбикорма-Ветеринария».

Основной задачей выставки-форума, — организованной при поддержке МИД России, Минсельхоза России, Россельхознадзора, Роспотребнадзора, Комитета по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Совета Федерации, Комитета по аграрным вопросам Госдумы, Правительства Москвы, ТПП РФ, отраслевых союзов и ассоциаций, — по словам директора «AGROBRICS+», члена рабочей группы делового совета BRICS по агробизнесу Юрия Кацнельсона, стало объединение усилий компаний стран БРИКС и БРИКС+ в реализации проектов по развитию агропромышленного комплекса и созданию полноценных условий продовольственной безопасности своих стран.

Сегодня отечественные производители успешно разрабатывают и внедряют собственные инновационные решения в сфере ветеринарных препаратов, отметил первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин в приветственном слове к участникам конференции. Россия подтвердила качество своей продукции и готова к взаимодействию с зарубежными партнерами, — в данном контексте все большее значение приобретает сотрудничество с государствами БРИКС, где формируются новые торговые коридоры и открываются новые возможности для российского экспорта ветеринарной продукции, сообщил он. При этом со своей стороны партнеры по БРИКС демонстрируют интерес к российским разработкам в области ветеринарии, готовы к реализации совместных проектов, обмену технологиями и организации производственных мощностей на их территории, заключил сенатор.

Учитывая ежегодное нарастание эпизоотических угроз, массовых вспышек инфекционных заболеваний животных по всему миру, представляется особенно своевременной, значимой тема конференции — «От здоровья животных к здоровью человека», отметил законодатель. «Заболевания животных зачастую приводят не только к их гибели, но и создают риски для людей, затрагивая продовольственную безопасность, эпидемиологическую стабильность, экономику. Как гласит принцип «Единого здоровья», благополучие человека невозможно без здоровья животных и устойчивой окружающей среды», — резюмировал он.

Отечественная ветеринарная фармацевтика демонстрирует стабильный устойчивый рост на протяжении последних 4–5 лет, отметила заместитель директора подведомственного Россельхознадзору

Всероссийского государственного Центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ») Василина Грицюк. Так, если ранее производители наибольшее внимание уделяли антибактериальным средствам, то теперь активно развиваются и другие направления: противовоспалительные препараты, успокоительные, гормональные средства, противорвотные лекарства, детоксицирующие составы, диуретики. В частности, по данным спикера, 69% от всех зарегистрированных в 2024 году российских фарм-ветпрепаратов составили зарегистрированные по ускоренной процедуре в рамках импортозамещения препараты, что на 5% превышает аналогичный показатель 2023 года. Причем отечественные фармацевты создают уникальные лекарства, не имеющие аналогов в мире, а не просто заменяют зарубежные препараты, отметила она.

Как сообщил директор по маркетингу ГК ВИК Николай Шестаков, по итогам 2024 года российский рынок ветпрепаратов был оценен в 121,5 млрд руб., а к 2030 году, согласно прогнозу Национальной ветеринарной ассоциации, ожидается рост еще на 47%, до 178,6 млрд рублей. Рынок этот, отметил он, распределен следующим образом: 31% занимает продукция для мелких домашних животных, 69% — для сельскохозяйственных (при этом рынок лекарств для КРС оценивается в 21,1 млрд руб., для птицеводческой и свиноводческой отраслей — в 38,2 млрд руб. и в 24 млрд руб. соответственно).

Эксперт также проинформировал о разрабатываемой в РФ, при участии Группы компаний ВИК, уникальной платформе «Агропредикт» — для прогнозирования производственных и ветеринарных рисков на предприятиях АПК с использованием нейросетей.

Результаты введения маркировки для ветпрепаратов представил руководитель управления по работе с социально значимыми товарами Центра развития перспективных технологий (ЦРПТ, оператор цифровой маркировки «Честный знак») Егор Жаворонков. «Мы вместе с коллегами выявили 44 тысячи ветпрепаратов, в отношении которых оборот был запрещен. Разыскивали их и изымали из оборота», — сказал он. По данным спикера, в перспективе в системе маркировки, в частности, будет реализован запрет на ввод в оборот опасной для жизни животных продукции и продажу немаркированных и с нарушением срока годности лекарств.

Ю.Г. Седова

ДЕГЕЛЬМИНТИЗАЦИЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

С лечебными обработками от гельминтов всё понятно: если есть заболевание — его надо лечить. С профилактическими обработками всё не так просто. Нужны ли они? Несомненно. Многие паразиты собак и кошек опасны для людей. Обработывая питомцев, мы защищаем себя.



Риск заражения паразитами желудочно-кишечного тракта растёт: увеличивается число домашних животных, повышается плотность населения из-за того, что большая часть человечества перемещается в города. Кроме того, сейчас общение с собаками и кошками более тесное, чем 100 лет тому назад. Многие животные спят в одной постели с людьми и едят с ними за одним столом.

В некоторых странах (США, Канада) была рекомендована ежемесячная дегельминтизация собак и кошек, поскольку только такой метод мог прервать цикл перезаражения. Но в этих странах появились и первые сообщения о резистентности некоторых гельминтов к лекарственным препаратам, а значит, профилактическая обработка с такой частотой содержит те же риски, что и профилактические антибиотики в сельском хозяйстве.

Как выйти из этого противоречия? Профилактическая дегельминтизация нужна, но чрезмерная обработка может привести к развитию резистентности. Идеальный ответ ещё не найден. Что точно делать нельзя, так это применять препараты против дегельминтизации в неэффективно низкой дозе и чередовать различные по действующим веществам препараты в ходе профилактических обработок. Стоит оставить что-то на случай заболевания.

Дегельминтизация щенков и котят

В рекомендациях по обработке малышей разногласий в ветеринарном сообществе нет. Связаны эти рекомендации с устранением угрозы со стороны токсокар. Заражённость щенков этим паразитом практически 100%-ная, у кошек — 25%-ное заражение. Учитывая тяжелое поражение людей мигрирующей личинкой и то, что заражение токсокарами в первый год жизни может плохо сказаться на здоровье и даже привести к гибели щенка или котенка, рекомендуется максимально частая обработка.

Котята дегельминтизируются с 4-недельного возраста, щенки — с 2-недельного. Обработка повторяется каждые 2 недели после прекращения молочного вскармливания, затем ежемесячно до достижения 6-месячного возраста. К препаратам, разрешенным для животных данного возраста, относится комбинация «мильбемицина оксим + празиквантел» («Пинпрамилль®», милбемакс, милпразон).

Кормящая кошка или сука дегельминтизируется одновременно с первой обработкой малышей. Обработка после вязки рекомендована для того,

чтобы уменьшить степень заражения токсокарами с материнским молоком и внутриутробное заражение у собак.

Профилактическая дегельминтизация взрослых животных

Необходим индивидуальный подход в связи со степенью риска. Домашние кошки, не гуляющие на улице и не получающие сырого мяса, могут обрабатываться раз в 6 месяцев. Все животные, контактирующие с почвой в теплое время года, дегельминтизируются раз в 3 месяца, а собаки и кошки, которые получают сырое мясо или охотятся, нуждаются в ежемесячной обработке.

Ежемесячная обработка нужна всем животным, обитающим в местах с риском заражения дирофиляриозом. Сердечный червь — значимая угроза для жизни, а от переносчика личинки паразита — комара — не получится отсидеться дома. Во время лёта комаров ежемесячная обработка мильбемицином оксимом — абсолютная необходимость для собак и кошек.

Ещё одна опасность, требующая ежемесячных обработок, — эхинококкоз. Для собак и кошек этот паразит не слишком опасен, но выделяющиеся с калом яйца могут значительно навредить здоровью людей. Опасность заражения эхинококкозом у собак и кошек связана с контактом с дикой природой или сельскохозяйственными животными, с охотой и поеданием сырого мяса. Собаки и кошки, у которых есть такие риски, должны получать препарат, содержащий празиквантел, ежемесячно.

Выводы

Комбинация «мильбемицин оксим + празиквантел» оптимальна для профилактической обработки от паразитов, поскольку позволяет устранить риск заражения дирофиляриозом и распространение эхинококкоза, эффективно действует против токсокар и анкилостом. Лекарственные препараты («Пинпрамилль®», милбемакс, милпразон) доступны на нашем рынке.

Конечно, идеальных противопаразитарных средств не существует. Мильбемицин оксим и празиквантел не действуют на гiardий (лямблий), а ведь у этих простейших есть зоонозный потенциал, они тоже могут быть опасны для людей. Но это тема отдельного разговора.

Калашникова О., ветеринарный врач-терапевт
ветеринарной клиники неврологии, травматологии
и интенсивной терапии доктора Сотникова
г. Санкт-Петербург

ВЕТЕРИНАРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И СНАБЖЕНИЕ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (1941–1945 гг.)

Великая Отечественная война 1941–1945 гг. явилась величайшим испытанием экономических и моральных сил нашего народа, прочности и жизнеспособности нашего государства. В этой войне советский народ отстоял свободу и независимость своей великой Родины. Боевым успехам Вооруженных сил СССР в годы Великой Отечественной войны всемерно содействовали службы тыла Красной армии, ветеринарная промышленность и ветеринарные специалисты.

Достойное место в этом ряду занимали военно-ветеринарная служба и ее тылы. Значение ветеринарии во время войны определялось необходимостью использования в армии большого количества лошадей и других войсковых животных. Если к началу войны численность лошадей в армии составляла 526,4 тыс., то уже к сентябрю 1941 года — 1 324 676, а в отдельные периоды войны она достигала 2 млн.

Во всех частях действующей армии находились штатные военные ветврачи, в дивизиях и корпусах — дивизионные и корпусные ветврачи, в армиях и фронтах — ветеринарные отделы. Ветеринарная служба действующей армии возглавлялась единым центральным руководящим органом — Ветеринарным управлением РККА. Основой в работе службы был кадровый ветеринарный состав, имевший огромный практический опыт, полученный еще в предвоенные годы. Из запаса за период войны были призваны в армию 6507 ветврачей и 10 290 ветфельдшеров. За годы войны учебными военно-ветеринарными учреждениями были подготовлены для войск 1178 ветеринарных врачей, 1220 ветеринарных фельдшеров, 7016 младших фельдшеров, 660 ковочных инструкторов, более 26 тыс. ковочных кузнецов [1].

С первых дней Великой Отечественной войны основными задачами военно-ветеринарной службы были профилактические, противоэпизоотические и лечебно-эвакуационные обслуживания конского состава, а также ветеринарно-санитарный надзор за доброкачественностью мяса и других продуктов животного происхождения, поступающих в войска. Помимо лошадей, на ветеринарном обеспечении и обслуживании находился крупный и мелкий рогатый скот продовольственных гуртов, а также тысячи военных собак, животных подсобных хозяйств войсковых частей военных округов, животных, брошенных населением, эвакуированным из районов боевых действий.

Поголовье всех видов животных к 1941 году значительно увеличилось,

однако к концу почти четырехлетней войны поголовье сельскохозяйственных животных в стране резко сократилось. К 1946 году общее поголовье животных было снижено: по крупному рогатому скоту (КРС) — на 6,9 млн голов, в том числе по коровам — на 4,9 млн, по свиньям — на 16,9 млн, по овцам — на 21,3 млн, по лошадям — на 10,3 млн, что нанесло значительный урон экономике страны.

Для обеспечения всего военно-ветеринарного состава требовались основательные тылы — собственная ветеринарная промышленность, выпускающая ветеринарные препараты, инструменты и оборудование. Перед войной и в период военных действий в стране требовалось срочно создать централизованное ветеринарное обеспечение и восстановить ветеринарную промышленность. Поэтому 5 декабря 1939 года ЦК ВКП(б) и Совет народных комиссаров СССР приняли специальное постановление № 2007 о создании при Наркомземе СССР хозрасчетного треста «Союзветснабпром», а 29 января 1940 года Наркомзем СССР издал приказ № 41 о создании такого треста с возложением на него обязанностей по производству ветеринарных товаров и ветеринарному снабжению животноводства.





Первым директором треста «Союзветснабпром» был назначен С.В. Петров, заместителем — И.И. Метелев. Первоначально, во время создания треста «Ветснабпром», в его ведение были переданы два небольших завода, находящихся в Москве, — опытный завод ветеринарных инструментов и «Ветзоотехника». Кроме шприцев, завод выпускал стерилизаторы и другие инструменты для животных. В последующем (в 1953 г.) этот завод был переведен в Рязанскую область, а «Ветзоотехника» успешно работает по настоящее время.

К началу войны все имеющиеся промышленные предприятия еще не были централизованы, имели республиканское подчинение и были очень плохо оснащены. Только после войны (в 1946 г.) постановлением СМ СССР от 10 июня № 1212 «О мероприятиях, связанных с организацией Министерства животноводства СССР» были централизованы все имеющиеся в стране предприятия, выпускавшие ветеринарную промышленность, с обязанностью передать все заводы и мастерские в министерство — тресту «Союзветснабпром», такие как Гусевский креолиновый завод (Владимирская обл.), одесский завод «Ветинструмент», завод «Ветзоотехника» (г. Москва), завод «Гексахлоран» (г. Ереван, Армянская ССР), Центральная база ветснабжения (г. Москва, Староконюшенный пер., д. 3).

Одесский завод «Ветинструмент»

В августе 1939 года в Одессе были созданы мастерские по ремонту шприцев и другой ветеринарной техники. В 1940 году мастерские были реорганизованы в завод «Ветинструмент», который был передан «Укрветснабторгу». В 1941 году завод

выпускал шприцы, щипцы, зонды, ушные метки и многие другие инструменты. На заводе работали 150 человек. Во время Великой Отечественной войны завод был разрушен. В 1944 году, после освобождения Одессы, рабочие-энтузиасты стали восстанавливать завод, а в конце 1945 года завод был передан тресту «Союзветснабпром» Министерства животноводства СССР. В 1952 году завод выпускал 12 видов инструментов на сумму 5681 тыс. руб. В 1971 году номенклатура завода составляла 60 наименований на сумму 3,5 млн руб., в 1988-м — уже 12 млн руб. Выпускались до 40 млн шт. инъекционных игл. В 1985 году завод был преобразован в ВНПО «Ветприбор».

Гусевский креолиновый завод

Наркоматом химической промышленности СССР 12 марта 1932 года было закончено строительство химического завода для переработки торфяной смолы, содержащей до 20% фенолов. При дистилляции торфяной смолы получали фенольное масло (до 40% фенолов). На заводе до 1940 года вырабатывали фенольный креолин, поставляемый сельскому хозяйству, для ветеринарных целей.

До 1942 года завод был на консервации, в том же году он стал называться «Гусевский креолиновый завод». В феврале 1943 года завод был запущен в эксплуатацию и приступил к производству креолина. Уже в 1943 году были выпущены 500 т креолина каменноугольного безфенольного для нужд животноводства и ветеринарии. В 1944 году были получены 1000 т креолина, в 1945-м — 2000 т, в 1946-м — 3000 т, в 1952-м — уже 8000 т.

В 1963 году были произведены 1200 т карболина, 100 т мыла «Тим», 100 т дезинсектолина и большое количество ихтиоловой пасты (мази). К 1987 году объем выпуска всех видов креолинов составил 16 тыс. т. В 1953–1954 годах был построен цех по производству нового препарата А.С. Дорогова АСД 2-й и 3-й фракции. С 1962 года на заводе стали выпускать высокоэффективный антигельминтик «Пиперазин адипинат» и другие препараты. Остальные ветеринарные инструментальные заводы были введены в строй после войны (в 1950–1960-х гг.).

Подводя итоги производственных показателей выпуска ветеринарной промышленности предприятиями «Союззооветснабпром» МСХ СССР, в 1965 году 9 заводов произвели для нужд ветеринарии препаратов, инструментов и оборудования на сумму более 20 млн руб., при этом прирост производства к 1964 году составил 11,3%. Оснащенность и технологии ветеринарной промышленности постоянно совершенствовались.

Создание системы «Зооветснаб» в союзных республиках

Система зооветеринарного снабжения в республиках создавалась в разное время и своими путями. Учреждение организаций «Зооветснаб», ветеринарных баз и складов и всей структуры снабжения происходило начиная с 20–40-х годов прошлого столетия. Особое внимание уделялось кадровому подбору работников и инженерного состава промышленности и системы снабжения.

В 1932 году были созданы таджикская и закавказские конторы зооветеринарного снабжения, в 1934-м — армянская, грузинская и азербайджанская, в 1936-м — белорусская, в 1937-м — узбекская, в 1938-м — казахская, в 1940-м — украинская, молдавская, туркменская, латвийская и эстонская,

в 1941-м — литовская, а в 1944-м — киргизская конторы и управления «Зооветснаб». Каждое из перечисленных объединений имеет свою историю. Некоторые работают по настоящее время как отдельные, региональные фирмы снабжения.

Штаты работников системы «Зооветснаб» при их создании утверждались на самом высоком государственном уровне. К примеру, специальным постановлением Совета Министров СССР от 17 февраля 1953 года № 479 были утверждены типовые штаты организаций ветеринарно-зоотехнического снабжения «Зооветснаб» Министерства сельского хозяйства СССР. Постановление подписали Председатель Совета Министров СССР И.В. Сталин и Управляющий делами Совета Министров СССР М.Т. Помазнев. Постановления за подписью И.В. Сталина — от 24 марта 1947 года № 708 и от 28 сентября 1949 года № 4152. Это говорит об особой значимости данных документов в развитии структуры системы «Зооветснаб» и промышленности СССР и вовлеченности высшего руководства страной в дела развития ветеринарной службы и ее обеспечения.

В соответствии с ростом товарооборота расширялась и сеть, менялись типовые штаты, численность работающих постоянно увеличивалась. (Для справки: в 1955 г. в системе «Зооветснаб» страны работали 2277 чел., в 1970-м — 12 594, в 1975-м — 14 976, в 1980-м — 16 843, в 1987-м — 17 839. Система развивалась, штаты сотрудников росли, задачи снабжения успешно решались.

Подводя итоги функционирования и управления зооветеринарного снабжения и промышленности под руководством ВО «Союзглавзооветснабпром» при Госагропроме (МСХ СССР), система «Зооветснаб» страны до 1990 года состояла из 15 республиканских управлений, 140 краевых и областных подразделений, 280 межрайонных отделений и 1710 ветеринарных аптек. Общая





численность на ветеринарных заводах Главного управления составляла 4994 чел., общий объем производства достиг 70,9 млн руб. в год, численность на базах союзного подчинения — 247 чел., товарооборот — 104 млн руб. в год.

Кроме собственной промышленности, товары для животноводства поступали в систему «Зооветснаб» еще от более чем 80 министерств и ведомств. Общий товарооборот по стране составлял 1,8 млрд руб. в год, а реализация — 1,4 млрд руб. Номенклатура товаров насчитывала более 5000 наименований.

Итоги структурных реорганизаций после 1991 года

После упразднения СССР и его органов власти, в том числе в области сельского хозяйства и ветеринарии, в 1990–1991-х годах каждая из 15 республик СССР стала самостоятельным государством. Территориальные органы власти новых независимых республик приступили к разрушению единой системы управления, снабжения и промышленности и приватизировали союзные объекты, базы, предприятия, заводы и «Зооветснаб». Стройная система взаимодействий в стране была упразднена и больше не действовала.

Кризис экономики 1990-х годов не мог не сказаться на АПК Российской Федерации, как и в бывших союзных республиках. Этот кризис отразился и на животноводстве. За 1990–2002 годы количество животных в России уменьшилось:

КРС — на 48%, из них коров — на 62%, свиней — на 42%, овец и коз — на 20%, птицы — на 50%. Было сокращено финансирование ветеринарной службы. Все сотрудники бывших союзных организаций были уволены, а организации, где они работали, ликвидированы. Сельхозпроизводство было в упадке и длительном кризисе. «Зооветснаб» и промышленность практически полностью самоликвидировались.

Однако следует отметить, что с начала 1990-х годов до настоящего времени в Российской Федерации стали возникать новые коммерческие производственно-снабженческие фирмы и современные предприятия, особенно в области ветеринарной фармакопеи. Одной из таких фирм стала Группа компаний ВИК.

Фирма была создана в 1990 году и успешно развивается в настоящее время, завоевав лидирующие позиции в производстве ветеринарной фармакопеи, по мировым стандартам производства и систем хранения и доставки потребителям. Ветеринарная продукция предприятий «ВИК — здоровье животных» реализуется в России через собственные современные сертифицированные складские комплексы и представительства в 21 регионе страны, экспортируется в более 50 стран мира.

Белоглазов П.Г., помощник директора, ветеринарный врач ООО «ТД ВИК»



<https://vicgroup.ru/>



<https://vetpribor.ru/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://vk.com/guvkmrt> Роль ветеринарной службы в годы Великой Отечественной войны.
2. Макеев А.С., Трефилов А.А. «Зооветснаб» на службе животноводству. Таллин. 1990.
3. Из личных документов и воспоминаний П.Г. Белоглазова.

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ ПО РАЗДЕЛАМ:

ОТ РЕДАКТОРА

25–30 стр.

ВЕТЕРИНАРИЯ

31–62 стр.

ЗООТЕХНИЯ

63–94 стр.

АГРОНОМИЯ

95–140 стр.

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

141–147 стр.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

148–170 стр.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК

171–187 стр.



**ВЫСШАЯ
АТТЕСТАЦИОННАЯ
КОМИССИЯ (ВАК)
ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**Журнал «Аграрная наука» рекомендован ВАК
для публикации результатов диссертаций
по научным специальностям:**

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
- 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология
- 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность
- 4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии животноводства
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Индексация журнала «Аграрная наука»

Префикс DOI: 10.32634

eLIBRARY.RU: да

РИНЦ: да

Ядро РИНЦ: да

Перечень ВАК РФ: да

Категория в Перечне ВАК РФ: 2

Белый список: да

Уровень в Белом списке: 4

CrossRef: да

RSCI: да

Базы данных: AGRIS, РИНЦ, DOI, EBSCO

DOAJ: нет

ESCI: нет

Web of Science: нет

Scopus: нет

УДК: 002.63

Краткое сообщение



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-25-30

М.Б. Ребезов^{1,2}

Б.В. Виолин³ ✉

¹Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

²Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию: 01.03.2025

Одобрена после рецензирования: 15.03.2025

Принята к публикации: 25.03.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В.

Short communications



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-25-30

Maksim B. Rebezov^{1,2}

Boris V. Violin³ ✉

¹Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

²Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

³All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant — a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office: 01.03.2025

Accepted in revised: 15.03.2025

Accepted for publication: 25.03.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V.

Публикационная активность в инфографике (часть 2)

РЕЗЮМЕ

Изучены рейтинговые наукометрические показатели журнала «Аграрная наука»:

- пятилетний индекс Херфиндаля — Хиршмана по цитирующим журналам составил 317;
- индекс Херфиндаля — Хиршмана по организациям авторов — 299;
- пятилетний коэффициент самоцитирования — 14,80;
- индекс Джини — 0,70.

Наилучшие наукометрические показатели журнала «Аграрная наука» зафиксированы по индикатору индекс Херфиндаля — Хиршмана по организациям авторов и соответствуют рекомендациям РИНЦ, ВАК, ФГБУ «Российский центр научной информации», WOS, Scopus. Журнал входит в число лучших 25% журналов по каждой референтной группе (<https://www.elibrary.ru/>).

Ключевые слова: публикационная активность журнала, научные издания, научные публикации, статистический анализ

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 2). *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 25–30.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-25-30>

Publication activity in infographics (part 2)

ABSTRACT

The rating scientometric indicators of the journal “Agrarian Science” have been studied:

- The five-year Herfindahl — Hirschman index for citation journals was 317;
- Herfindahl — Hirschman index for authors’ organizations — 299;
- The five-year self-citation coefficient is 14.80;
- The Gini index is 0.70.

The best scientometric indicators of the journal “Agrarian Science” are recorded by the Herfindahl — Hirschman index indicator for the organizations of the authors and comply with the recommendations of the RSCI, the Higher Attestation Commission, the Russian Center for Scientific Information, WOS, Scopus. The journal is among the top 25% of journals for each reference group presented on the website (<https://www.elibrary.ru/>).

Key words: publication activity of the journal, editorial policy, scientific publications, scientific publications, statistical analysis

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 2). *Agrarian science*. 2025; 394(05): 25–30 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-25-30>

Введение/Introduction

Журнал «Аграрная наука» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (K1, K2), в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS¹, в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, RSCI², «Белый список»³.

Продолжаем цикл публикаций по оценке публикационной активности и рейтингов журнала «Аграрная наука» [1]. Для оценки научных журналов используют различные методики, например подсчет цитирований, расчет импакт-фактора, оценку по рейтингу журналов и другие [2–6].

Авторами выполнен анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» с 2008 по 2023 г.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объекты исследования — публикационная активность и ранжирование журнала «Аграрная наука». Предмет исследования — массив данных, представленных в издании с 2008 по 2023 г.

Материалом для исследования были статистические данные, представленные в научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU⁴. Полученные данные анализировались с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Продолжение исследований. Часть 1 опубликована в № 4 журнала «Аграрная наука» за 2025 год [1].

Хронологическое распределение индекса Херфиндаля с 2008 по 2023 г. представлено на рисунке 1.

Наилучшие результаты по показателю «пятилетний индекс Херфиндаля — Хиршмана по цитирующим журналам» у журнала зафиксированы с 2016 по 2019 г. (min — 162, max — 178). В 2023 году этот индекс составил 317, что является достаточно хорошим

показателем (это подтверждается инфографикой, представленной на рисунке 2).

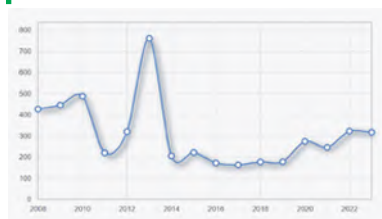
Наилучшие результаты по показателю «индекс Херфиндаля — Хиршмана по организациям авторов» у журнала зафиксированы в 2012 г. — 150. В 2023 году этот индекс составил 299, что является отличным показателем (это подтверждается инфографикой, представленной на рисунке 3). Максимальное значение равно 10 тыс. и достигается, когда в журнале публикуются авторы только из одной организации.

Показатели публикационной активности журнала могут быть сопоставлены с соответствующими значениями показателей других журналов в пределах выбранной референтной группы.

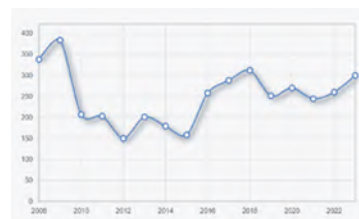
Все журналы из референтной группы сортируются в порядке улучшения соответствующего показателя. Место данного журнала в этой последовательности отмечается оранжевым указателем на линейных индикаторах, стрелкой — на стрелочных индикаторах. Шкалы индикаторов поделены на четыре равные зоны, которые на линейных индикаторах выделены оттенками серого, а на стрелочных — красным, желтым и зеленым цветами. Нахождение указателя в самой светлой или зеленой зоне означает, что по данному показателю журнал входит в число лучших 25% журналов в данной референтной группе.

Показатель журнала в рейтинге «Пятилетний индекс Херфиндаля по цитирующим журналам» на стрелочных индикаторах представлен на рисунке 2.

Рис. 1. Индекс Херфиндаля — Хиршмана
Fig. 1. Herfindahl — Hirschman index



1) Пятилетний индекс Херфиндаля — Хиршмана по цитирующим журналам⁵
1) Five-year Herfindahl — Hirschman index of citing journals⁵



2) Индекс Херфиндаля — Хиршмана по организациям авторов⁶
2) Herfindahl — Hirschman index by authors' organizations⁶

¹ <https://agris.fao.org/>

² https://elibrary.ru/project_rsci.asp

Совместный проект Российской академии наук, компаний Clarivate Analytics и Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — коллекция лучших российских журналов на платформе Web of Science.

³ <https://journalrank.rsci.science/ru/>

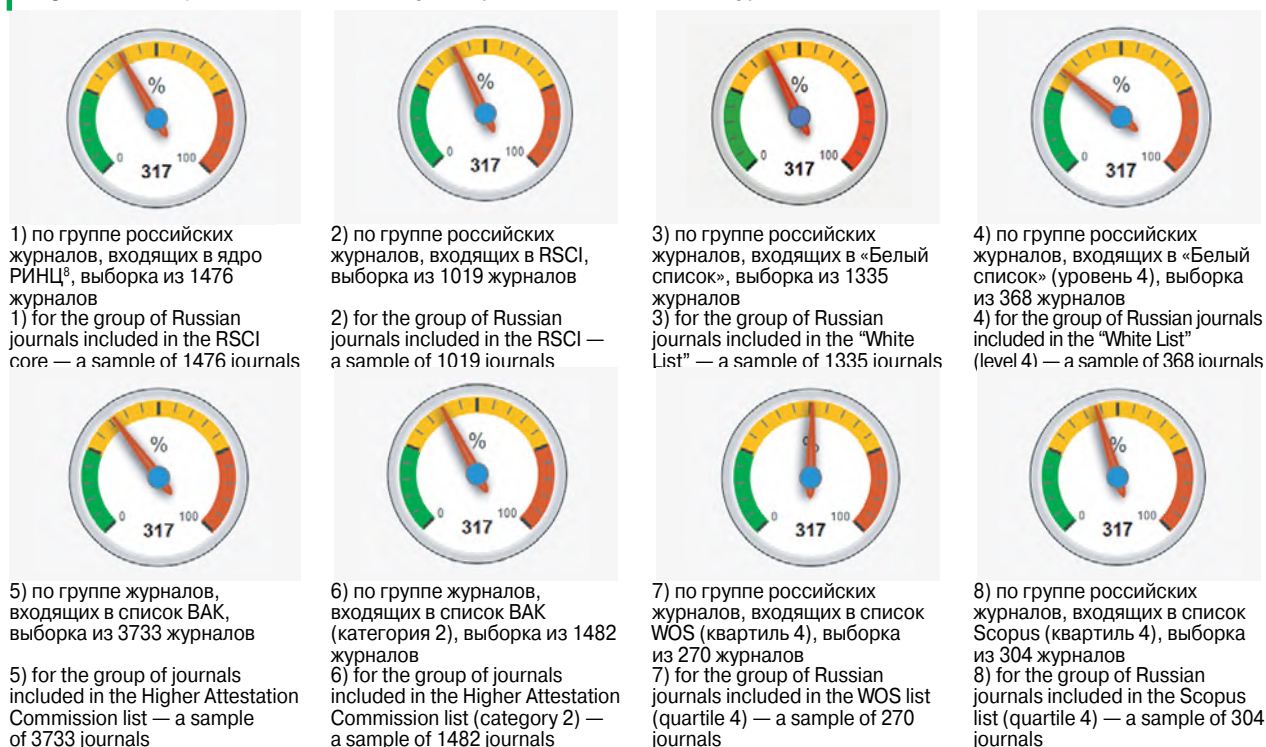
Сведения о журналах, включенных в актуальную версию «Белого списка» (протоколы заседания Межведомственной рабочей группы по формированию и актуализации «Белого списка» научных журналов от 11.07.2024 № ДС/25-пр, от 15.05.2023 № ДС/17-пр, от 20.10.2022 № ДА/3855-пр).

⁴ <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

⁵ Индекс Херфиндаля — Хиршмана рассчитывается как сумма квадратов процентных долей журналов, цитирующих данный, по отношению к общему количеству цитирований. При расчете учитываются ссылки из текущего года на предыдущие 5 лет, в том числе самоцитирования. Чем больше количество цитирующих журналов и чем равномернее распределены по ним ссылки на данный журнал, тем меньше величина этого показателя. Максимальное значение равно 10 тыс. и достигается, когда все ссылки сделаны из одного журнала.

⁶ Индекс Херфиндаля — Хиршмана рассчитывается как сумма квадратов процентных долей количества статей, опубликованных различными организациями, по отношению к общему количеству статей в журнале в текущем году, в которых организация идентифицирована. Чем больше различных организаций, авторы из которых публикуются в журнале, и чем равномернее распределены между ними публикации, тем меньше величина этого показателя. Максимальное значение равно 10 тыс. и достигается, когда в журнале публикуются авторы только из одной организации.

Рис. 2. Показатель журнала в рейтинге «Пятилетний индекс Херфиндаля по цитирующим журналам» на стрелочных индикаторах
Fig. 2. Journal's performance in the ranking "Five-year Herfindahl index of citing journals" on arrow indicators



Показатель журнала «Аграрная наука» в рейтинге «Пятилетний индекс Херфиндаля по цитирующим журналам» в 2023 г. составляет 317.

Отмечаем, что журнал находится в средней (первой желтой) зоне по всем группам журналов, представленных на рисунке 2, и соответствует рекомендациям РИНЦ, ВАК, ФГБУ «Российский

центр научной информации», WOS, Scopus. Входит в число 50% журналов по каждой референтной группе.

Показатель журнала в рейтинге «Индекс Херфиндаля — Хиршмана по организациям авторов» на стрелочных индикаторах представлен на рисунке 3.

Рис. 3. Показатель журнала в рейтинге «Индекс Херфиндаля — Хиршмана по организациям авторов» на стрелочных индикаторах
Fig. 3. Journal performance in the Herfindahl — Hirschman Index ranking by authors' organizations on arrow indicators



⁷ Число цитирований в текущем году статей, опубликованных в журнале за предыдущие 5 лет, поделенное на число этих статей. При этом учитываются ссылки только из журналов, входящих в ядро РИНЦ (то есть включенных в WoS, Scopus или RSCI).

Показатель журнала «Аграрная наука» в рейтинге «Индекс Херфиндала — Хиршмана по организациям авторов» составляет 299. Отмечаем, что журнал находится в наилучшей (зеленой) зоне по всем группам журналов, представленных на рисунке 3, и соответствует рекомендациям РИНЦ, ВАК, ФГБУ «Российский центр научной информации», WOS, Scopus. Входит в число лучших 25% журналов по каждой референтной группе.

Инфографика по пятилетнему коэффициенту самоцитирования⁸ представлена на рисунке 4.

Наилучшие результаты по показателю «пятилетний коэффициент самоцитирования» у журнала зафиксированы в 2012 г. — 0 ссылок. В 2022 г. и 2023 г. этот коэффициент составил 14, что является ниже среднего показателя по референтным группам (это подтверждается инфографикой, представленной на рисунке 5).

Показатель журнала в рейтинге «Пятилетний коэффициент самоцитирования» на стрелочных индикаторах представлен на рисунке 5.

Показатель журнала «Аграрная наука» в рейтинге «Пятилетний коэффициент самоцитирования» составляет 14,80. Отмечаем, что журнал находится во второй части средней (во второй желтой) зоны по всем группам журналов, представленных на рисунке 3. Входит в число 50% журналов по каждой референтной группе (этот показатель нуждается в контроле со стороны редакции).

На рисунке 6 представлена инфографика индекса Джини¹⁰.

Рис. 4. Пятилетний коэффициент самоцитирования
Fig. 4. Five-year self-citation coefficient

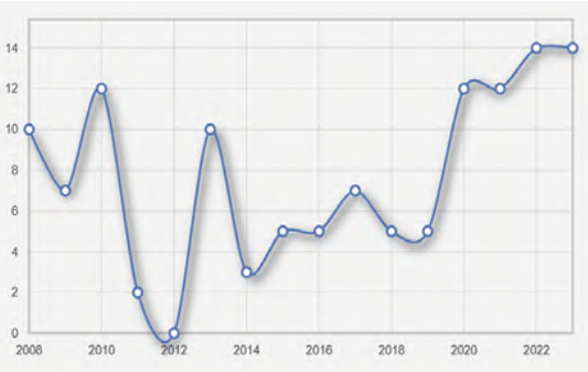


Рис. 6. Индекс Джини
Fig. 6. Gini index

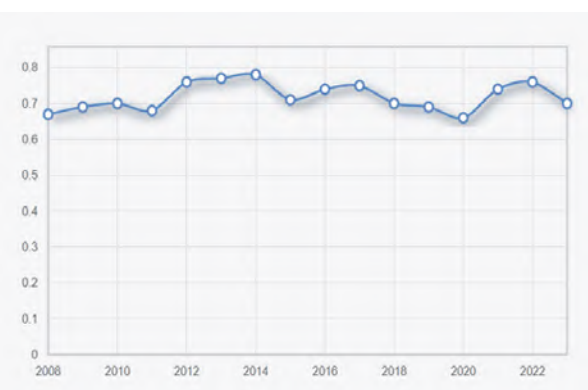


Рис. 5. Показатель журнала в рейтинге «Пятилетний коэффициент самоцитирования» на стрелочных индикаторах
Fig. 5. The journal's performance in the Five-Year Self-Citation Rate ranking on Arrow indicators



⁸ Доля ссылок журнала на самого себя среди всех ссылок, сделанных в текущем году на выпуски этого журнала за 5 предыдущих лет.

⁹ Число цитирований в текущем году статей, опубликованных в журнале за предыдущие 5 лет, поделенное на число этих статей. При этом учитываются ссылки только из журналов, входящих в ядро РИНЦ (то есть включенных в WoS, Scopus или RSCI).

¹⁰ Индекс Джини отражает степень неравномерности распределения статей в журнале по числу их цитирований. Может принимать значения от 0 до 1. Нулевое значение индекса соответствует ситуации, когда все статьи в журнале за год получили одинаковое количество цитирований.

Рис. 7. Показатель журнала в рейтинге «Индекс Джини» на стрелочных индикаторах**Fig. 7.** Journal indicator in the Gini Index ranking on arrow indicators

Показатель журнала в рейтинге «Индекс Джини» на стрелочных индикаторах представлен на рисунке 7.

Показатель журнала «Аграрная наука» в рейтинге «Индекс Джини» составляет 0,70. Отмечаем, что журнал находится в первой части средней (первой желтой) зоны по всем группам журналов, представленных на рисунке 7, и соответствует рекомендациям РИНЦ, ВАК, ФГБУ «Российский центр научной информации», WOS, Scopus. Входит в число 50% журналов по каждой референтной группе.

Выводы/Conclusion

На заседании редакционного совета рассмотрен анализ ранжирования и публикационной активности журнала за 2008–2023 гг. По результатам обсуждения разработан план мероприятий, направленных на повышение наукометрических показателей издания, включая оптимизацию редакционной политики, привлечение высокоцитируемых авторов и увеличение международного представительства публикаций.

¹¹ Число цитирований в текущем году статей, опубликованных в журнале за предыдущие 5 лет, поделенное на число этих статей. При этом учитываются ссылки только из журналов, входящих в ядро РИНЦ (то есть включенных в WoS, Scopus или RSCI).

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 1). *Аграрная наука*. 2025; 393(04): 22–27. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-22-27>
2. Шепелев Г.В. Об оценке результативности научных исследований. *Управление наукой: теория и практика*. 2021; 3(4): 123–145. <https://doi.org/10.19181/sntp.2021.3.4.15>
3. Дадалко В.А., Дадалко С.В. Наукометрия в контексте науковедения и современного образования. *Знание. Понимание. Умение*. 2020; (1): 148–161. <https://doi.org/10.17805/zpu.2020.1.13>
4. Bar-Ilan J. Informetrics at the beginning of the 21st century — A review. *Journal of Informetrics*. 2008; 2(1): 1–52. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2007.11.001>
5. Цветкова В.А., Мохначева Ю.В. Научная среда и публикационная активность: риски библиометрических оценок. *Культура: теория и практика*. 2020; (2): 11. <https://elibrary.ru/dooofr>

REFERENCES

1. Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 1). *Agrarian science*. 2025; 393(04): 22–27 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-22-27>
2. Shepelev G.V. On the Evaluation of the Effectiveness of Scientific Research. *Science Management: Theory and Practice*. 2021; 3(4): 123–145 (in Russian). <https://doi.org/10.19181/sntp.2021.3.4.15>
3. Dadalko V.A., Dadalko S.V. Scientometrics in the context of science studies and modern education. *Knowledge. Understanding. Skill*. 2020; (1): 148–161 (in Russian). <https://doi.org/10.17805/zpu.2020.1.13>
4. Bar-Ilan J. Informetrics at the beginning of the 21st century — A review. *Journal of Informetrics*. 2008; 2(1): 1–52. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2007.11.001>
5. Tsvetkova V.A., Mokhnacheva Yu.V. Scientific environment and publication activity: risks of bibliometric estimates. *Kultura: teoriya i praktika*. 2020; (2): 11 (in Russian). <https://elibrary.ru/dooofr>

6. Мазов Н.А., Гуреев В.Н. Публикационный вклад редколлегии в библиометрические показатели научного журнала (информационно-библиотечная область). *Научные и технические библиотеки*. 2020; (11): 33–58.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2020-11-33-58>

ОБ АВТОРАХ

Максим Борисович Ребезов^{1,2}

• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник¹;
 • доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов²
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Борис Викторович Виолин³

кандидат ветеринарных наук
agrovetpress@inbox.ru

¹Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

²Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

6. Mazov N.A., Gureev V.N. Publications by editorial board of science journals as translated into bibliometric indicators (library and information science). *Scientific and Technical Libraries*. 2020; (11): 33–58 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2020-11-33-58>

ABOUT THE AUTHORS

Maksim Borisovich Rebezov^{1,2}

• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher¹;
 • Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products²
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Boris Viktorovich Violin³

Candidate of Veterinary Sciences
agrovetpress@inbox.ru

¹Gorbatov Research Center for Food Systems, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

²Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

³All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology — a branch of the of the Federal Scientific Centre VIEV,

5 Zvenigorodskoe shosse, Moscow, 123022, Russia



Достойное вознаграждение за привлеченную рекламу от ИД «Аграрная наука»

Вы



- общительны и активны
- владеете связями в сфере АПК
- имеете время и желание
- хотите заработать

Мы гарантируем

- ☒ интересную работу по привлечению рекламы в проекты ИД
- ☒ свободный, удобный график
- ☒ официальное оформление
- ☒ щедрый % за принесенную вами рекламу

Звоните +7 (916) 616-05-31

Реклама

УДК: 619:616.5-001.17-085.373-07:619:616.15-07:636.7

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40

Т.Н. Шнякина¹

П.Н. Щербаков¹

М.Б. Ребезов^{2,3}

К.В. Степанова¹ ✉

¹Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

²Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

³Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ deratizator@bk.ru

Поступила в редакцию: 02.03.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Шнякина Т.Н., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б., Степанова К.В.

Изучение показателей клинико-иммунологического статуса животных при иммунокоррекции термической травмы у животных в эксперименте

РЕЗЮМЕ

В настоящих исследованиях главными целями были совершенствование методов диагностики токсемии при ожогах у животных и разработка методов иммунологического преодоления ожоговой аутоинтоксикации, что может быть патогенетическим обоснованием для разработки способов лечения животных при ожогах. В результате проведенных экспериментов на 5 собаках, у которых контактным способом моделировали термические ожоги, было установлено, что формирование и развитие ожоговой болезни отразились негативным образом на физикальных показателях. Так, показатели дыхания были выше в 1-е сутки на 27,8% от нормы, к 5-м суткам показатели выросли еще на 3,9% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели дыхания снизились на 8%, к 20-м — еще на 5% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму. После применения аутоыворотки данные иммунобиохимических показателей выровнялись сравнительно быстро — к 20-м суткам эксперимента, что говорило о высоком терапевтическом эффекте применяемого метода лечения. При исследовании заживления смоделированных ран наблюдали ускорение восстановления раневых областей на конечностях у собак в среднем к 7–10-м суткам.

Ключевые слова: термическая травма, собаки, эксперимент, иммунокоррекция, лимфоциты, иммунокомпетентные клетки

Для цитирования: Шнякина Т.Н., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б., Степанова К.В. Изучение показателей клинико-иммунологического статуса животных при иммунокоррекции термической травмы у животных в эксперименте. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 31–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40>

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40

Tatyana N. Shnyakina¹

Pavel N. Shcherbakov¹

Maksim B. Rebezov^{2,3}

Ksenia V. Stepanova¹ ✉

¹South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

²Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems, Moscow, Russia

³Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ deratizator@bk.ru

Received by the editorial office: 02.03.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Shnyakina T.N., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V.

Study of the clinical and immunological status of animals during immunocorrection of thermal injury in animals in an experiment

ABSTRACT

In these studies, the main goals were to improve methods for diagnosing toxemia in burns in animals and to develop methods for immunologically overcoming burn autointoxication, which may be a pathogenetic justification for the development of methods for treating animals with burns. As a result of experiments conducted on 5 dogs in which thermal burns were simulated by contact, it was found that the formation and development of burn disease had a negative effect on physical parameters. Thus, respiration rates were higher on day 1 by 27.8% of the norm, by day 5 the indicators increased by another 3.9% compared to the primary indicators, by day 10 the respiratory rates decreased by 8%, by the 20th — by another 5% compared to the primary data, and by the 30th day they were already making up the physiological norm. After the application of autoserum, the data of immunobiochemical parameters leveled off relatively quickly — by the 20th day of the experiment, which indicated a high therapeutic effect of the applied treatment method. When studying the healing of simulated wounds, accelerated recovery of wound areas on the extremities in dogs was observed by an average of 7–10 days.

Key words: thermal injury, dogs, experiment, immunocorrection, lymphocytes, immunocompetent cells

For citation: Shnyakina T.N., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V. Study of indicators of clinical and immunological status of animals during immunocorrection of thermal injury in animals in an experiment. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 31–40 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40>

Введение/Introduction

Ожоги — это повреждение покровов и глуболежащих тканей, возникающее в результате термического, химического, электрического или радиационного воздействия¹ [1].

Проблема ожоговой травмы заслуживает большого внимания у хирургов в медицинской и ветеринарной практике [2–5]. В медицинской практике ожоги достаточно часто встречаются в быту и производственной деятельности (при несоблюдении техники безопасности), а также при различных катастрофах, терактах и конфликтных ситуациях² [6, 7]. Термические ожоги у животных и птицы могут возникать в результате воздействия пламени во время пожаров, кипятка или других горячих жидкостей, пара, горячего воздуха или раскаленных предметов³ [8].

Вполне понятно, что успешное разрешение ее многочисленных аспектов может быть осуществлено лишь в комплексе с такими кардинальными вопросами хирургии, как борьба с шоком, токсемией и раневой инфекцией, изыскание путей ускорения процессов регенерации тканей [9–13]. Тем не менее ожоговая травма имеет специфические особенности, требующие самостоятельного экспериментального и клинического разрешения [14–19].

Цели исследований — совершенствование методов диагностики токсемии при ожогах у животных и разработка методов иммунологического преодоления ожоговой аутоинтоксикации, что может быть патогенетическим обоснованием для разработки способов лечения животных при ожогах.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперимент выполняли в 2020–2024 гг. на базе вивария и кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» (г. Троицк, Россия).

Для реализации задач научного эксперимента первым этапом были определение объекта исследований и формирование двух групп опытных животных. Животных отбирали по принципу аналогичных параллелей: основными условиями, соответствующими друг другу, являлись вес, возраст и клинический статус — здоровые животные.

Объектом исследований служили клинически здоровые беспородные собаки обоего пола — по 5 животных в каждой группе, среди них молодых особей — 6 голов (от 1,5 до 3 лет), из них 5 сук и 1 кобель, а также 4 возрастных животных (старше 8 лет), из них 2 кобеля и 2 суки, которые содержались в одинаковых условиях вивария Института ветеринарной медицины.

Кормление животных осуществляли два раза в день (утром и вечером) в одно и то же время: каши зерновые с мясо-костными продуктами и небольшой долей овощей, подсушенный пшеничный хлеб. Поение вволю.

Животные в соответствии с ветеринарными правилами и инструкцией к биологическим препаратам иммунизированы против бешенства, до этого проводилась профилактическая дегельминтизация.

На первом этапе исследований был изучен клинико-иммунологический статус здоровых животных и хирургических больных животных с термической травмой, определены наиболее информативные тесты с целью изучения источников интоксикации при ожогах у животных по схеме опытов первого этапа.

На втором этапе разработаны методы тестирования и способы профилактики ожоговой токсемии, иммунокомплексных и аутоиммунных реакций путем получения от больных антител в период развития аллергической реакции и иммунизации или с целью подавления этой реакции. В качестве исследуемых показателей выступали основные физикальные параметры организма, отражающие непосредственно клинический статус, а именно температура, пульс и дыхание.

Исследования физикальных характеристик проводили в соответствии с общепринятыми в клинической диагностике правилами.

Основным методом был осмотр животных (состояние слизистых оболочек, шерстного и кожного покрова, габитус и положение тела в пространстве, а также реакция на раздражители). Температуру у животных измеряли бесконтактным ветеринарным термометром (Customer, model: KDW-04 (Animal forehead infrared Thermometer), Китай), пульс — методом поверхностной пальпации внутренней вены бедра, дыхание — методом аускультации с применением ветеринарного стетоскопа Раппопорта (VitaVet PRO, Китай).

Кровь у собак отбирали утром (до кормления) из вены сафена в вакуум-пробирки общепринятыми в ветеринарной гематологии методами.

Гематологические (гемоглобин, уровень эритроцитов) и биохимические (уровень общего белка, иммуноглобулины G и M) показатели исследовали на гематологическом анализаторе DH36 Vet (Dymind, Китай), а общее количество лейкоцитов крови, лейкоформула крови (нейтрофилы, лимфоциты) определяли на специальном гематологическом анализаторе 5DIFF (Konsung, Китай).

Скорость оседания эритроцитов исследовали методом Панченкова⁴ с применением капиллярной крови и СОЭ-метра.

¹ Вереме́й Э.И., Стекольников А.А., Семенов Б.С. Общая хирургия ветеринарной медицины: учебник. СПб.: Квадро. 2012; 600.

² Хажалиев В.А., Ферзаули А.Н., Байсаев А.С. Современное состояние диагностики и лечебной тактики при термическом ожоговом шоке по материалам ожогового отделения ГБУ КБ № 4. Вестник Чеченского государственного университета. 2016; 1: 7–60.

³ Сидельская У.Ю., Чернигова С.В. Ожоговая болезнь у животных: этиология, патогенез и методы лечения (обзор литературы). Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. 2015; 10–12.

⁴ <https://corway.ru/materialy/metody-opredeleniya-soe/>

Уровень циркулирующих иммунных комплексов исследовали методом преципитации с полиэтиленгликолем (ПЭГ-преципитация) с применением фотометрического определения плотности преципитата при стандартной длине волны 450 нм. Для этого применялся спектрофотометр ПЭ-5400УФ с диапазоном 190–1000 нм («Экротим», Россия).

Лизоцим определяли иммуноферментным методом с применением набора для проведения ИФА (Elisa Kit for Lysozyme (LZM), Китай).

Титры аутоантител исследовали постановкой РНГА с антигеном, приготовленным из соединительной ткани клинически здоровых животных⁵.

По правилам проведения эксперимента первую группу считали контрольной, а вторую — опытной, у данных животных формировали ожоговую поверхность на тазовых конечностях.

Предварительная подготовка конечностей к повреждению заключалась в удалении шерсти, обезжиривания кожи и выполнении проводниковой анестезии тазового сплетения или низкой сакральной проводниковой анестезии. Далее к подготовленному месту на теле опытного животного прикладывали раскаленную до красна (температура примерно 600 °С) металлическую пластинку 4 × 5 см на 6–8 сек.

Все цифровые данные были представлены в виде среднего значения ± стандартная ошибка среднего значения. Статистические данные были получены с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010 (США). Значения вероятности $p < 0,05$ считались статистически значимыми.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, использующихся для научных целей⁶, и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

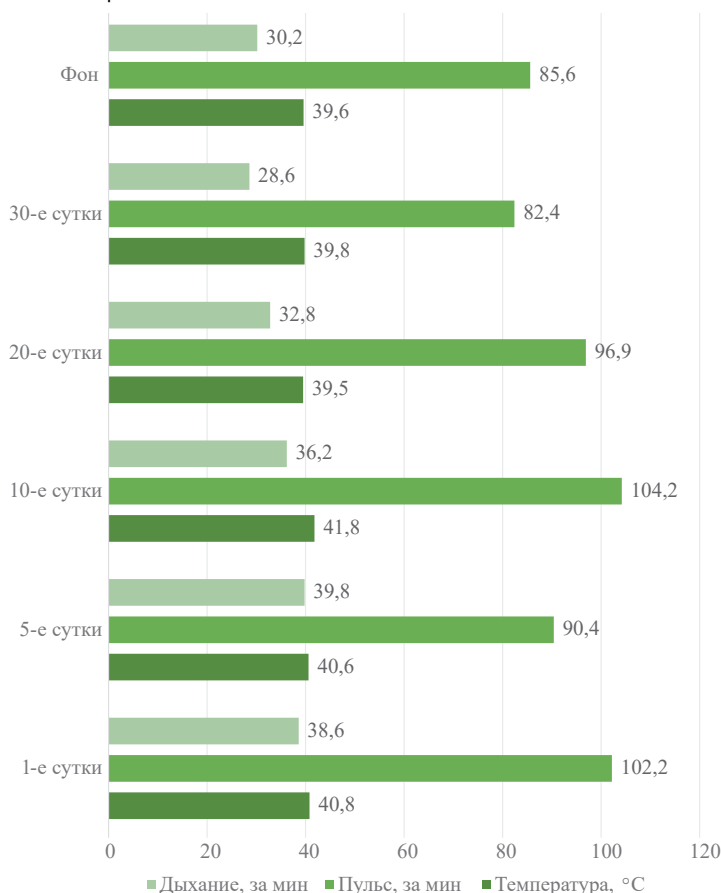
В результате проведенных экспериментов на 5 собаках, у которых контактным способом моделировали термические ожоги 2–3-й степени с латеральной поверхности бедра, было установлено, что при вялом угнетенном состоянии развивалась повышенная температура (гипертермия), сопровождающаяся тахикардией и учащенным дыханием, что сказалось на ответных реакциях со стороны центральной нервной системы и тяги к пище (рис. 1).

При исследовании результатов анализа крови наблюдали высокое количество специфических клеток «белой» крови до уровня $12,2 \pm 0,86 \times 10^9/\text{л}$, однако при таком высоком уровне белых клеток было снижено количество лимфоцитов как иммунокомпетентных клеток. Достоверно не изменялся уровень скорости оседания эритроцитов и основного транспортного пигмента крови — гемоглобина. Данную ситуацию можно объяснить тем, что в организме животного с повреждением такого рода происходят различные стрессовые реакции, протекающие по особым механизмам, и, соответственно, это нормальная реакция на ожоговую травму, отражающая общебиологическую закономерность.

При клиническом исследовании больных животных из опытной группы отмечали такие явления: конечности с латеральной поверхности, где накладывали травмирующую пластину для формирования ожогового поля, при прикосновении болезненны и отечны, кожа резко гиперемирована и по ощущениям (тактильно) температура местно повышена. Сама рана от сформированного ожога ограничена, без шерсти, наблюдается некоторая экссудация.

Рис. 1. Физикальные показатели организма биологических объектов в эксперименте

Fig. 1. Physical parameters of the organism of biological objects in the experiment



⁵ Ширяева С.Б., Николаева О.Н. Методы серологических реакций в диагностике вирусных болезней. Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». — URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017036070>

⁶ https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

⁷ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

При анализе отделяемого отмечено, что лимфа от прозрачного до серо-молочного цвета, содержала большое количество иммунных клеток. Отделение лимфы происходило в течение первых 2–4 суток. В последующие дни ожоговая поверхность лишалась эпидермиса, увеличивалась площадь ожогового дефекта кожи, с поверхности пораженных тканей выделялся кровянисто-гнойный экссудат с ихорозным запахом, появлялись очаги некроза тканей, что свидетельствовало о переходе процесса в стадию инфекционных осложнений.

Исследуемые показатели дыхания у собак с ожогами были выше в 1-е сутки — на 27,8% от нормы, к 5-м суткам показатели выросли еще на 3,9% по сравнению с первичными показателями. К 10-м суткам показатели дыхания несколько уравнились, снизились на 8%, а к 20-м суткам — еще на 5% по сравнению с первичными данными, к 30-м суткам данные дыхательных движений в минуту уже составляли физиологическую норму.

Логично изменялись показатели пульса и температуры, что свидетельствовало о ранних реактивных механизмах иммунной системы. Так, показатели пульса были выше в 1-е сутки — на 19,3% от нормы, к 5-м суткам снизились на 13,7% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели пульса повысились на 2,4% в сравнении с 1-ми сутками исследований, к 20-м суткам снизились на 6,1% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму.

Показатели температуры были выше физиологической нормы в среднем по группе на 3–5% и к 30-м суткам вернулись к физиологической норме. Данная тенденция показывает, что наивысший пик физиологической реакции на ожоговую травму развивался у собак к 10-м суткам исследования, что подтверждалось в том числе и гематологическими показателями, и иммунобиохимическими показателями сыворотки крови.

Содержание клеток «белой» крови до введения аутосыворотки было повышено в 1-е сутки эксперимента на 1,6% от верхней границы нормы для взрослых собак ($12,0 \times 10^9$ г/л), к 5-м суткам уровень лейкоцитов повысился на 21,3%, на 10-е сутки повышение лейкоцитов составляло 124,1% от нормы для здоровых взрослых собак, к 20-м суткам наблюдалось снижение уровня лейкоцитов — 105% от нормы, к 30-м суткам уровень лейкоцитов достиг физиологической нормы (рис. 2).

Отношение уровня лимфоцитов и нейтрофилов имело неодинаковую динамику. Отмечалось повышение уровня лимфоцитов в среднем за эксперимент на 14,8% в первые 5 суток эксперимента, на 16,6% — к 10-м суткам, на

11,1% — к 20-м суткам эксперимента по отношению к первоначальным данным, а уже к 30-м суткам уровень лимфоцитов снизился на 1,9% в сравнении с первоначальными значениями.

Уровень нейтрофилов коррелировал к уровню лимфоцитов. Нейтрофилез со сдвигом влево наблюдался на всем протяжении эксперимента и указывал главным образом на активные гиперреактивные механизмы иммунной системы, которые в свою очередь в дальнейшем активизировали выделение в кровеносное русло цитокинов и медиаторов воспаления, а также Т-В-лимфоциты в большом количестве. Так, к 5-м суткам эксперимента количество нейтрофилов в крови собак было повышено на 26,1% от первоначальных данных, к 10-м и 20-м суткам уровень нейтрофилов снизился, соответственно, на 8,6% и 30,4% от самых высоких данных за эксперимент (5-е сутки). Уровень нейтрофилов к 30-м суткам эксперимента составлял физиологическую норму, что свидетельствовало о снижении провоспалительных реакций, уравнивании клеточного и гуморального звена иммунитета.

Показатели красной крови изменялись в течение эксперимента неодинаково (рис. 3).

Скорость оседания эритроцитов, повышающаяся с 1-х суток до 10-х, была физиологична, так как при экспериментальных ожогах наблюдался распад поврежденных тканей и, соответственно, выделялись в кровь тканевые продукты распада, имеющие в большом количестве белки острой фазы воспаления (фибриноген и С-реактивный белок), которые «прилипают» к «красным» клеткам

Рис. 2. Соотношение клеток «белой» крови в эксперименте
Fig. 2. The ratio of “white” blood cells in the experiment

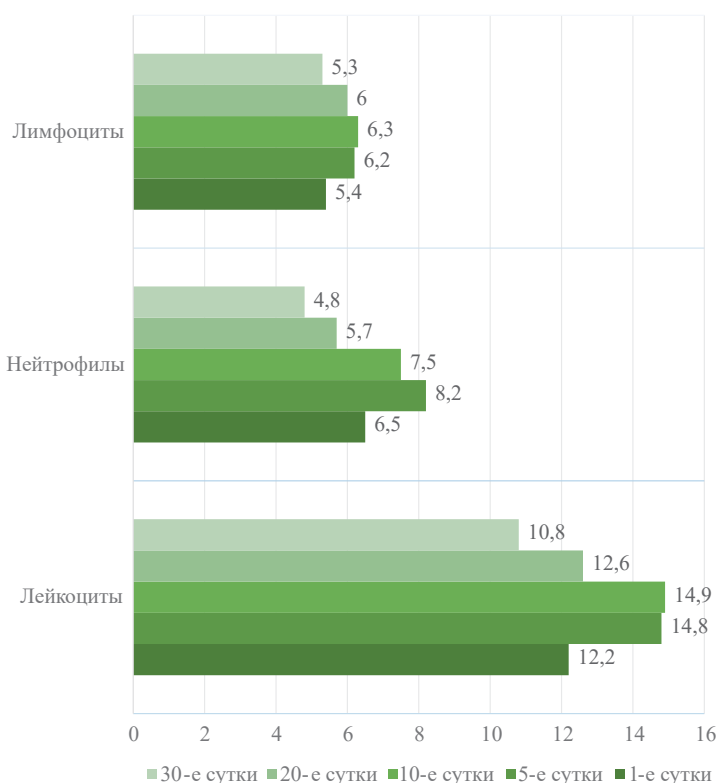
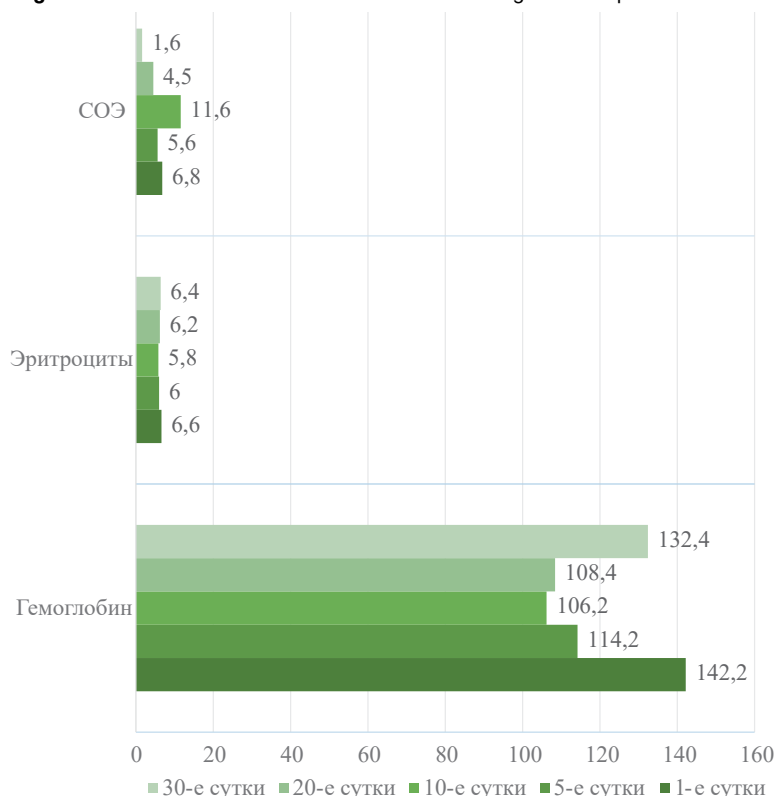


Рис. 3. Соотношение клеток «красной» крови в крови собак в эксперименте
Fig. 3. The ratio of "red" blood cells in the blood of dogs in the experiment



крови, вызывая их повышенную агрегацию, что и наблюдалось в данном эксперименте у собак.

СОЭ в начале эксперимента было увеличено на 13% от верхней границы нормы, к 5-му дню СОЭ снизилась на 17,6% от первоначальных цифр, а к 10-му дню снова повысилась в 1,7 раза. К 20-му дню СОЭ снизилась до 4,5 мм/ч, что составляло верхнюю границу нормы, и к 30-му дню являла собой нормальные показатели для клинически здоровых взрослых собак. Это показывало тенденцию к стиханию воспалительных явлений, снижению «агрессивности» провоспалительных факторов иммунитета. Уровень красных кровяных клеток и гемоглобина не показывал резких изменений в течение эксперимента. Эти показатели в целом составляли верхние границы нормальных значений для клинически здоровых взрослых собак.

Вскоре после травмы отмечались весьма обширные и обусловленные иммунной стресс-реакцией изменения. Получившиеся результаты свидетельствовали о достоверном уменьшении в кровяном русле Т-лимфоцитов на 53,6%, В-лимфоцитов на 45,7% при увеличении основных популяций лимфоцитов, обеспечивающих клеточно-опосредованный иммунитет более чем в три раза.

Данная тенденция показывает, что организм животных с термической травмой мобилизует иммунные силы в ответ на

негативное воздействие чужеродного агента посредством активизации и синтеза лимфоцитов разного порядка.

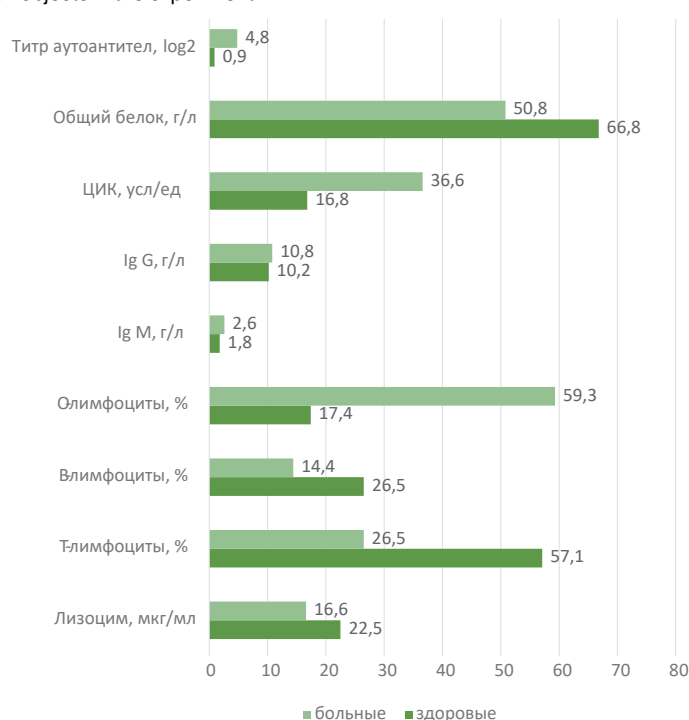
Анализируя реакцию иммунных клеток и чужеродного повреждающего агента, отмечали активность иммуноглобулинов класса М, которые характеризуют активность антител начала иммунной реакции до $2,6 \pm 0,08$ г/л в опытной группе собак, в отличие от цифр в контрольной группе — $1,8 \pm 0,06$ г/л ($p < 0,001$). Иммуноглобулины класса G достоверно не менялись, что свидетельствовало о кратковременном стрессе, который на высоком уровне «держал» иммунокомпетентные клетки, а значит, и всю иммунную систему в напряжении (рис. 4).

После активного воспаления и дальнейшего распада пораженных клеток и тканей в сыворотке крови наблюдалось снижение общего белка до $50,8 \pm 0,84$ г/л. Такая ситуация показывает корреляцию между сниженным количеством гемоглобина в крови и, соответственно, нарушением синтеза белков в плазме.

На фоне гипопроотеинемии создаются благоприятные условия для развития возбудителей раневой инфекции и перехода процесса в стадию инфекционных осложнений, что неизбежно сказывается на активности регенеративных процессов.

Рис. 4. Иммунобиохимические показатели организма биологических объектов в эксперименте

Fig. 4. Immunobiochemical parameters of the organism of biological objects in the experiment



Данные исследования подтверждены тем, что активная циркуляция и негативное воздействие антигенов, возникших в результате моделирования ожоговой травмы у собак, приводили прежде всего к самоповреждению тканей и клеток иммунными комплексами, а также к развитию резких патологических состояний со стороны иммунной системы, проявившимися в высоких цифрах циркулирующих иммунных комплексов.

Сравнение проводили с группой здоровых животных и получили значительные цифры — до $36,6 \pm 1,44$ у. е., практически в два раза в сравнении с данными у здоровых собак, так как норма ЦИК у здоровых животных не поднимается выше 20 у. е. Данные представлены на рисунке 5.

Вышеперечисленные изменения в иммунной системе организма собак свидетельствуют о развитии иммунодефицитного состояния и аутоиммунной патологии, механизмы возникновения которой, по мнению авторов, связаны главным образом с аутоинтоксикацией и изменением антигенных свойств структурных белков поврежденных тканей под воздействием высоких температур.

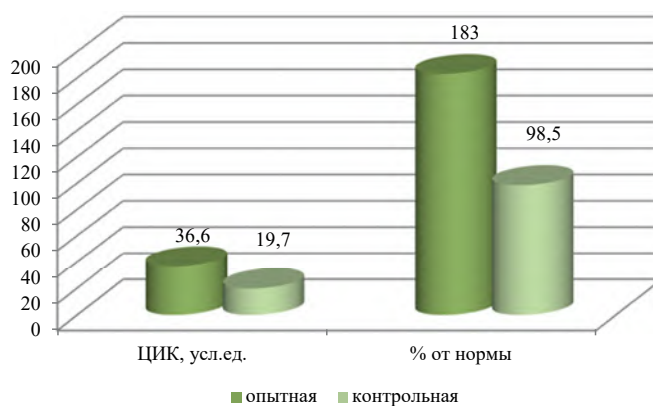
Проводя анализ данных, можно сказать, что результаты постановки РНГА с антигеном, приготовленным из соединительной ткани клинически здоровых животных, подтверждаются цифрами, полученными при анализе разности антител. Уже к 5-м суткам после нанесения травмы титр аутоантител к соединительной ткани у этих собак в 5,5 раз ($p < 0,001$) превышал показатель клинически здоровых животных. Данная тенденция говорит об активном развитии патологических состояний и их влиянии на иммунитет, общую сенсibilизацию организма и повреждение собственных клеток и тканей под воздействием патологически измененных иммунных клеток.

Сенсibilизация в организме собак в эксперименте подтверждалась достоверным снижением уровня лизоцима в сыворотке крови на 26,3%.

По мере заполнения ожоговой поверхности фибринозно-тканевой массой и ее уплотнения признаки нагноения ран у некоторых животных сохранялись до 8–10-х суток наблюдения. Окружающие мягкие ткани у них оставались покрасневшими, слегка отечными и болезненными, общая температура повышенной. Под струпом обнаруживались гидремичные легкокровоточащие грануляции, покрытые гнойным экссудатом. К 10-м суткам наблюдения в периферической крови сохранялся лейкоцитоз — до $14,9 \pm 0,22 \times 10^9/\text{л}$ при незначительном увеличении абсолютного количества лимфоцитов до $6,3 \pm 0,08 \times 10^9/\text{л}$, спектр иммунологической недостаточности несколько уменьшался. Это проявлялось незначительным ростом показателей клеточного и гуморального иммунитета. За счет рубцового стягивания незначительно уменьшилась площадь ожогов.

Рис. 5. Сравнительные данные уровня циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) у собак в эксперименте

Fig. 5. Comparative data on the level of circulating Immune complexes in dogs in the experiment



К 20-м суткам наблюдения, когда явления альтерации тканей уменьшались и преобладали регенеративные процессы соединительной ткани, клинико-гематологические показатели принимали величины, близкие к таковым у клинически здоровых животных. Однако несмотря на улучшение клинического состояния животных, показатели клеточного и гуморального иммунитета у них полностью не восстанавливались. Так, количество общего белка, лизоцима и гистамина сыворотки крови, Т- и В-лимфоцитов находились на субнормальном уровне, концентрация ЦИК, Jg M и G, а также титр аутоантител к соединительной ткани превышали величины клинически здоровых животных. Это в некотором смысле резко негативная реакция организма в том плане, что в данном случае организм больного животного «настраивается» на развитие реинфекции, что может привести к нежелательным негативным последствиям.

Таким образом, исследуя биохимический и гематологический статус животных в эксперименте, отмечали негативные последствия при воздействии термической травмы у животных на общий иммунный статус, синтез иммунокомпетентных клеток, развитие патологических состояний в кровяном русле, что не могло не отразиться и на клиническом статусе животных.

Научные изыскания по иммунотерапии ожоговой болезни показали, что плазма и кровь человека, перенесшего ожоговую болезнь, оказывают лечебный эффект при использовании их у пострадавших в остром периоде ожоговой болезни. Указанное объясняется содержанием в этих препаратах «противоожоговых» антител. Однако до настоящего времени заготовка иммунных препаратов связана с определенными сложностями, затрудняющими их получение в достаточном количестве для широкого клинического применения.

Учитывая результаты проведенных исследований по изучению состояния иммунного статуса, динамики развития иммунокомплексных и аутоиммунных реакций при термической травме у животных, была изучена возможность использования

целевой малообъемной сероперфузии в область регионарных лимфоузлов. Сущность этого метода заключается в получении от больных животных с ожогами антител в период развития аллергических реакций и «иммунизации» ими с целью подавления этой реакции. Этот метод целевой малообъемной аутосеротерапии при аутоиммунной патологии показан при невозможности специфической гипосенсибилизации.

Аутосыворотку готовили из крови животных с ожогами 2–3-й степени, взятой стерильно в количестве 5–7 мл на высоте аллергической реакции, установленной авторами в РПГА с антигеном, приготовленным из соединительной ткани клинически здоровых животных. Вводили ее после ликвидации острого периода внутривенно по 0,1 мл в 4 точки возле регионарных лимфоузлов через день по 5 инъекций на курс.

Токсические свойства сыворотки при ожоговой травме у собак носят двухфазный характер — на 1-е и 7–10-е сутки после травмы, а, по данным, первый пик максимальной токсичности наблюдается через 6 часов после травмы, второй — через 9–11 суток. Аутосыворотку получали на 3–4-е сутки.

В этот период развития ожоговой болезни отмечается повышение стимулирующего влияния сывороток на гемокультуры. В то же время у больных животных отмечают высокие титры аутоантител к соединительной ткани и концентрация ЦИК. В опытах, проведенных на 10 собаках с термическими ожогами 2–3-й степени, выявлена достаточно высокая терапевтическая эффективность применения целевой малообъемной сероперфузии в область регионарных лимфоузлов. В результате клинко-иммунологических исследований было установлено, что вскоре после введения сыворотки крови общее состояние животных заметно улучшилось: снизилась лихорадка, нормализовались частота пульса и дыхания, восстановился аппетит.

На фоне применения целевой малообъемной сероперфузии в область регионарных лимфоузлов при термической травме у собак параметры периферической крови изменялись в меньшей степени, чем у контрольных животных. Так, количество лейкоцитов уже к 5-м суткам наблюдения составляло $13,1 \pm 0,81 \times 10^9/\text{л}$ ($p < 0,05$).

Подобная закономерность отмечалась в изменениях и других гематологических показателей: количества лимфоцитов, нейтрофилов, эритроцитов, скорости их оседания, а также содержания гемоглобина в них.

Мягкие ткани вблизи дефекта были слегка отечными и малоболезненными. Ожоговая поверхность была покрыта фиброзно-тканевым струпом, из-под которого в нижних участках выделялся гнойный экссудат в значительном количестве, причем в сравнении с контрольной группой животных он был более густой, доброкачественный.

У животных опытной группы полное очищение ожоговых поверхностей от некротизированных тканей и гнойного экссудата заканчивалось к 7–10-м суткам, а вслед за этим (после второй инъекции аутосывороток) отмечался активный рост мелкозернистых розовых грануляций, которые обнаруживались под сухой равномерно покрытой фиброзно-тканевой массой.

Признаков нагноения ожоговых поверхностей и воспаления окружающих мягких тканей не наблюдалось. Многие гематологические показатели приближались к нормальным величинам, а площадь ожоговых поверхностей достоверно уменьшалась. Адекватно клиническому течению болезни к исходу недели изменялись многие иммунобиохимические показатели.

Иммуностимулирующие свойства аутосывороток проявлялись повышением клеточных и гуморальных факторов иммунитета, что выражалось достоверным повышением относительного количества Т- и В-лимфоцитов до $37,5 \pm 1,39\%$ и $28,7 \pm 1,22\%$ против $31,5 \pm 0,96\%$ и $22,5 \pm 1,20\%$ у контрольных животных при одновременном (почти двукратном) снижении О-популяций лимфоцитов с момента начала лечения.

Выводы/Conclusions

При постановке целей и задач эксперимента большое внимание уделялось изучению общебиологических и патологических состояний у собак с термической травмой в сравнении со здоровыми собаками. Следует сделать вывод о достоверных патологических изменениях в иммунной картине крови и собственно в развитии аутоиммунных состояний. Применение аутосыворотки у собак способствовало изменению реактивности иммунной системы, которые проявились активным синтезом иммунокомпетентных клеток, что имело положительные последствия для организма опытных собак.

Исследуемые показатели дыхания у собак с ожогами были выше в 1-е сутки на 27,8% от нормы, к 5-м суткам показатели выросли еще на 3,9% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели дыхания снизились на 8%, к 20-м суткам — еще на 5% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму.

Изменялись и показатели пульса и температуры, что свидетельствовало о ранних реактивных механизмах иммунной системы. Так, показатели пульса были выше в 1-е сутки на 19,3% от нормы, к 5-м суткам — снизились на 13,7% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели пульса повысились на 2,4% в сравнении с 1-ми сутками исследований, к 20-м суткам показатели пульса снизились на 6,1% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму.

Показатели температуры были выше физиологической нормы в среднем по группе на 3–5%

и к 30-м суткам вернулись к физиологической норме. Данная тенденция показывает, что наивысший пик физиологической реакции на ожоговую травму развивался у собак к 10-м суткам исследования, что подтверждалось в том числе гематологическими и иммунобиохимическими показателями сыворотки крови.

Скорость оседания эритроцитов в начале эксперимента была увеличена на 13% от верхней границы нормы, к 5-му дню скорость оседания эритроцитов снизилась на 17,6% от первоначальных цифр, а к 10-му — снова повысилась (в 1,7 раза). К 20-му дню скорость оседания эритроцитов снизилась до 4,5 мм/ч, что составляло верхнюю границу нормы, к 30-му дню скорость оседания эритроцитов являла собой нормальные показатели для клинически здоровых взрослых собак.

Содержание клеток «белой» крови до введения аутосыворотки было повышено в 1-е сутки эксперимента на 1,6% от верхней границы нормы для взрослых собак, к 5-м суткам уровень лейкоцитов повысился на 21,3%, на 10-е сутки повышение лейкоцитов составляло 124,1% от норм, к 20-м суткам наблюдалось снижение уровня лейкоцитов — 105% от нормы, к 30-м суткам уровень лейкоцитов достиг физиологической нормы.

Отмечалось повышение уровня лимфоцитов в среднем на 14,8% в первые 5 суток эксперимента, на 16,6% — к 10-м суткам, на 11,1% — к 20-м суткам эксперимента по отношению к первоначальным данным, а уже к 30-м суткам уровень лимфоцитов снизился на 1,9% в сравнении с первоначальными значениями.

Количество нейтрофилов в крови собак было повышено на 26,1% от первоначальных данных, к

10-м и 20-м суткам уровень нейтрофилов снизился, соответственно, на 8,6% и 30,4% от самых высоких данных за эксперимент (5-е сутки). Уровень нейтрофилов к 30-м суткам эксперимента составлял физиологическую норму.

Иммунобиохимические показатели отличались от нормальных, соответствующих здоровому животному, особенно было отмечено снижение Т-лимфоцитов (на 53,6%), В-лимфоцитов (на 45,7%) и О-лимфоцитов (на 200–300% от нормы). Более того, наблюдались изменения в уровне иммуноглобулинов М практически в два раза, в отличие от показателей у здоровых собак. Уровень общего белка, наоборот, был снижен на 23% от нормы, при этом ЦИК в крови был резко повышен — на 180–200% от нормальных значений у здоровых животных.

После применения аутосыворотки данные иммунобиохимических показателей выровнялись сравнительно быстро — к 20-м суткам эксперимента, что говорило о высоком терапевтическом эффекте применяемого метода лечения.

Разработанная схема с применением различных дозировок сыворотки привела к активной профилактике аутоиммунных и иммунодефицитных состояний у животных при термической травме. При исследовании заживления смоделированных ран наблюдали ускорение восстановления раневых областей на конечностях у собак в среднем к 7–10-м суткам.

В качестве рекомендаций для ветеринарных специалистов можно применять у животных с различной степенью ожоговой болезни аутосыворотки с различными дозировками, находя индивидуальный подход в каждом конкретном случае ожоговой болезни.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zhenikhova N.I., Korch M.A., Shakirov V.E., Eroshenko E.S., Popkov E.I. Pathomorphogenesis of Thermal Injury in Animals. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 03005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410803005>
2. Безин А.Н., Шнякина Т.Н., Степанова К.В. Влияние малообъемной аутосероперфузии на течение ожогов при термокаутеризации роговых зачатков у телят. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2024; 61(2): 72–78. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_72
3. Бердова Е.Д., Медведева Л.В. Бактериологическая характеристика заживления кожных ран после применения биоклея «Сульфакрилат». *Аграрная наука — сельскому хозяйству. Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции*. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет. 2024; 2: 128–129. <https://elibrary.ru/bnmpit>
4. Золотухина В.А., Безрук Е.Л. Патолого-анатомическая картина при ожоговой токсемии у крыс в эксперименте. *Ветеринарная хирургия: от истока к современности. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук Г.С. Мاستыко*. Витебск: Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины. 2022; 56–59. <https://elibrary.ru/piljsb>

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Zhenikhova N.I., Korch M.A., Shakirov V.E., Eroshenko E.S., Popkov E.I. Pathomorphogenesis of Thermal Injury in Animals. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 03005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410803005>
2. Bezin A.N., Shnyakina T.N., Stepanova K.V. The influence of low-volume autosuloperfusion on the course of burns during thermocauterization of horny rudiments in calves. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024; 61(2): 72–78 (in Russian). https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_72
3. Berdova E.D., Medvedeva L.V. Bacteriological characteristics of healing skin wounds after the application of biological glue “Sulfacrylate”. *Agricultural science for agriculture. Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference*. Barnaul: Altai State Agrarian University. 2024; 2: 128–129 (in Russian). <https://elibrary.ru/bnmpit>
4. Zolotukhina V.A., Bezruk E.L. Pathological picture of burn toxemia in rats in an experiment. *Veterinary surgery: from the origin to the present. Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Veterinary sciences G.S. Mastyko*. Vitebsk: Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine. 2022; 56–59 (in Russian). <https://elibrary.ru/piljsb>

5. Золотухина В.А., Безрук Е.Л. Характеристика эндотоксемии при разных способах лечения экспериментальных ожогов у крыс. *Международный вестник ветеринарии*. 2022; (4): 440–444. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.440>
6. Алексеев А.А., Малютин Н.Б., Бобровников А.Э., Филимонов К.А. Организация и оказание специализированной медицинской помощи пострадавшим с ожогами в Российской Федерации. *Медицина катастроф*. 2023; (1): 29–35. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2023-1-29-35>
7. Коньков С.В., Илюкевич Г.В. Эпидемиология и диагностика гнойно-септических осложнений у пациентов с тяжелой ожоговой болезнью. *Хирургия. Восточная Европа*. 2024; 13(1): 115–125. <https://doi.org/10.34883/PI.2024.13.1.025>
8. Загуменнова М.В., Фирсов А.Г., Чечетина Т.А. Анализ гибели сельскохозяйственных животных от пожаров в России за 2016–2020 год. *Экономика сельского хозяйства России*. 2021; (4): 27–32. <https://doi.org/10.32651/214-27>
9. Шнякина Т.Н., Щербakov Н.П., Брюханчикова Н.М., Медведева Л.В., Безин А.Н. Опыт лечения термических ожогов у собак. *От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение и актуальные проблемы ветеринарной медицины. Сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2021; 149–152. <https://elibrary.ru/ukxjck>
10. Богданов С.Б., Каракулев А.В., Афанасов И.М., Муханов М.Л., Зайцева С.Л., Дутов В.С. Особенности раннего хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами с применением биологических раневых покрытий. *Инновационная медицина Кубани*. 2024; 9(3): 54–60. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60>
11. Чернигова С.В., Зубкова Н.В., Чернигов Ю.В., Горбатенко А.В. Применение планиметрического анализа при изучении эффективности заживления ожоговых ран у животных с использованием раневого покрытия из бактериальной целлюлозы. *Вестник КрасГАУ*. 2019; (7): 123–130. <https://elibrary.ru/gikbph>
12. Ревякин И.В., Медведева Л.В., Петренко В.А. Клинико-морфологическая оценка эффективности применения новых методов лечения кожных ран у животных в сравнительном аспекте. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; (9): 165–170. <https://elibrary.ru/zgbvqp>
13. Чернигова С.В., Сидельская У.Ю., Чернигов Ю.В. Динамика метаболизма коллагена при термических ожогах. *Актуальные вопросы ветеринарной хирургии. Международная научно-практическая конференция, посвященная Дню российской науки*. Омск: ЛИТЕРА. 2016; 191–196. <https://elibrary.ru/wasglh>
14. Чернигова С.В., Чернигов Ю.В. Роль провоспалительных медиаторов в развитии септических осложнений у животных. *Ветеринарная патология*. 2011; (1–2): 92–96. <https://elibrary.ru/nzausd>
15. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Ветошкин А.А. Способ прогнозирования поражений областей тела у пожарных при производственном травматизме. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023; (4): 5–17. <https://elibrary.ru/aseihk>
16. Shnyakina T.N., Shcherbakov N.P., Bryukhanchikova N.M., Medvedeva L.V., Bezin A.N. Experience in treatment of thermal burns in dogs. *E3S Web of Conferences*. 2021; 282: 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128203021>
17. Shnyakina T.N. et al. Morphological studies in the treatment of experimental burn injuries of the second and third degrees in dogs. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences and Technologies*. 2020; 11(14): 11A14H. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.275>
18. Saroyan S., Goncharova A., Shtaufen A. Differential diagnostic criteria for chemical corneal burn in dogs and cats and methods of their treatment. *E3S Web of Conferences*. 2024; 510: 01035. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451001035>
19. Chernigova S.V. et al. Special aspects of systemic inflammation course in animals. *Veterinary World*. 2019; 12(7): 932–937. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.932-937>
5. Zolotukhina V.A., Bezruk E.L. Characteristics of endotoxemia in different ways of treatment of experimental burn in rats. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2022; (4): 440–444 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.440>
6. Alekseev A.A., Malyutina N.B., Bobrovnikov A.E., Filimonov K.A. Organization and Provision of Specialized Medical Treatment for Victims with Burns in the Russian Federation. *Disaster Medicine*. 2023; (1): 29–35 (in Russian). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2023-1-29-35>
7. Konkov S.V., Ilukevich G.V. Epidemiology and Diagnosis of Purulent-Septic Complications in Patients with Severe Burn Disease. *Surgery. Eastern Europe*. 2024; 13(1): 115–125 (in Russian). <https://doi.org/10.34883/PI.2024.13.1.025>
8. Zagumennova M.V., Firsov A.G., Chechetina T.A. Analysis of farm animals death from fires in Russia for 2016–2020. *Economics of Agriculture of Russia*. 2021; (4): 27–32 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/214-27>
9. Shnyakina T.N., Shcherbakov N.P., Bryukhanchikova N.M., Medvedeva L.V., Bezin A.N. Experience in treating thermal burns in dogs. *From import substitution to export potential: scientific and innovative support and current problems of veterinary medicine. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference*. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2021; 149–152 (in Russian). <https://elibrary.ru/ukxjck>
10. Bogdanov S.B., Karakulev A.V., Afanasov I.M., Mukhanov M.L., Zaitseva S.L., Dutov V.S. Peculiarities of Early Surgical Treatment of Patients With Deep Burns Using Biological Dressings. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024; 9(3): 54–60 (in Russian). <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60>
11. Chernigova S.V., Zubkova N.V., Chernigov Yu.V., Gorbatenko A.V. The application of planimetric analysis at studying the efficiency of healing of burn wounds in the animals under using bacterial cellulose wound covering. *Bulletin of KrasGAU*. 2019; (7): 123–130 (in Russian). <https://elibrary.ru/gikbph>
12. Revyakin I.V., Medvedeva L.V., Petrenko V.A. Comparative clinical and morphological evaluation of the efficiency of using new treatment methods for skin wounds in animals. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017; (9): 165–170 (in Russian). <https://elibrary.ru/zgbvqp>
13. Chernigova S.V., Sidelskaya U.Yu., Chernigov Yu.V. Dynamics metabolism of collagen in thermal burns. *Actual issues of veterinary surgery. International scientific and practical conference dedicated to the Day of Russian Science*. Omsk: LITERA. 2016; 191–196 (in Russian). <https://elibrary.ru/wasglh>
14. Chernigova S.V., Chernigov Yu.V. The role of proinflammatory mediators in the development of septic complications in animals. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2011; (1–2): 92–96 (in Russian). <https://elibrary.ru/nzausd>
15. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Vetoshkin A.A. The method to predict damage of body areas due to occupational injury among firefighters. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (4): 5–17 (in Russian). <https://elibrary.ru/aseihk>
16. Shnyakina T.N., Shcherbakov N.P., Bryukhanchikova N.M., Medvedeva L.V., Bezin A.N. Experience in treatment of thermal burns in dogs. *E3S Web of Conferences*. 2021; 282: 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128203021>
17. Shnyakina T.N. et al. Morphological studies in the treatment of experimental burn injuries of the second and third degrees in dogs. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences and Technologies*. 2020; 11(14): 11A14H. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.275>
18. Saroyan S., Goncharova A., Shtaufen A. Differential diagnostic criteria for chemical corneal burn in dogs and cats and methods of their treatment. *E3S Web of Conferences*. 2024; 510: 01035. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451001035>
19. Chernigova S.V. et al. Special aspects of systemic inflammation course in animals. *Veterinary World*. 2019; 12(7): 932–937. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.932-937>

ОБ АВТОРАХ

Татьяна Николаевна Шнякина¹

доктор ветеринарных наук, доцент,
профессор кафедры инфекционных болезней
и ветеринарно-санитарной экспертизы
shnyakina-t@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0000-8685-4645>

Павел Николаевич Щербаков¹

доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры
инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной
экспертизы
scherbakov_pavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

Максим Борисович Ребезов^{2,3}

- главный научный сотрудник, доктор
сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных
наук, профессор²;
- профессор кафедры биотехнологии и пищевых
продуктов, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат
ветеринарных наук³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Ксения Вадимовна Степанова¹

кандидат биологических наук, доцент кафедры
инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной
экспертизы
deratizator@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3916-004X>

¹Южно-Уральский государственный аграрный
университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

²Федеральный научный центр пищевых систем
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

³Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Tatyana Nikolaevna Shnyakina¹

Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor
of the Department of Infectious Diseases
and Veterinary and Sanitary Expertise
shnyakina-t@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0000-8685-4645>

Pavel Nikolaevich Shcherbakov¹

Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor
of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and
Sanitary Expertise
scherbakov_pavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

Maksim Borisovich Rebezov^{2,3}

- Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences,
Candidate of Veterinary Sciences, Professor²;
- Professor of the Department of Biotechnology and Food
Products, Doctor of Agricultural Sciences, Candidate
of Veterinary Sciences³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Ksenia Vadimovna Stepanova¹

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and
Sanitary Expertise
deratizator@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3916-004X>

¹South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin Str., Troitsk, 457100, Russia

²Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

³Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia



Подпишитесь на Telegram канал ИД «Аграрная наука»



Ежедневно вы будете получать
свежие новости АПК
и сельского хозяйства,
анонсы отраслевых событий,
знакомиться с результатами
научных исследований,
репортажами и интервью.



Оформите подписку на информационные e-mail рассылки



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик
будут приходить уведомления
о топовых событиях АПК,
аналитика, прогнозы,
приглашения на выставки
и конференции.

Через наши рассылки вы можете познакомиться
со своими товарами и услугами
потенциальных клиентов.

Связаться с редакцией:
Тел. +7 (495) 777 67 67
(доб. 1453)
agrovetpress@inbox.ru

УДК 619:579.618.14-002.636.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-41-47

В.И. Луцай¹П.А. Руденко^{1,2} ✉В.Д. Сибирцев¹А.М. Нефедов¹¹Российский биотехнологический университет, Москва, Россия²Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

✉ pavelrudenko76@yandex.ru

Поступила в редакцию: 10.02.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Луцай В.И., Руденко П.А., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-41-47

Vladimir I. Lutsay¹Pavel A. Rudenko^{1,2} ✉Vladimir D. Sibirtsev¹Anton M. Nefedov¹¹Russian Biotechnological University, Moscow, Russia²Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

✉ pavelrudenko76@yandex.ru

Received by the editorial office: 10.02.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Lutsay V.I., Rudenko P.A., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M.

Эффективность терапии высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии

РЕЗЮМЕ

В ветеринарной практике существует проблема коморбидного течения различных заболеваний, которые вызваны ассоциациями условно-патогенной микрофлоры, присутствующей в фермерских биоценозах. Коморбидное течение гинекологических и ортопедических патологий у коров наносит значительный экономический ущерб, что связано с уменьшением молочной продуктивности и увеличением расходов на диагностику, лечение и профилактику ветеринарных мероприятий. Поэтому в связи с высоким уровнем нарушений репродуктивной функции и гнойно-некротических поражений в области копыт у коров необходимо искать эффективные и патогенетически обоснованные методы терапевтического воздействия на эти патологии. Авторами проведен клинико-морфологический контроль эффективности лечения различными схемами высокопродуктивных коров при коморбидном течении послеродового эндометрита и ортопедической патологии. Установлено, что наиболее эффективной схемой терапии высокопродуктивных животных с коморбидным течением послеродового острого гнойно-катарального эндометрита и гнойно-некротических поражений в области пальцев является лечение коров I опытной группы. Об этом свидетельствуют отсутствие осложнений, более быстрое общее клиническое улучшение на 8,67 суток ($p < 0,001$) и возникновение половой течки на 37,2 суток ($p < 0,001$) раньше при сравнении с базовым лечением. Эффективность лечения коров I опытной группы подкреплена позитивной динамикой стабилизации в крови уровня показателей HGB, RBC, PLT и WBC при сравнении с показателями животных других опытных групп.

Ключевые слова: высокопродуктивные коровы, репродуктивный цикл, эндометрит, гнойно-некротические поражения конечностей, коморбидное течение, терапия

Для цитирования: Луцай В.И., Руденко П.А., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М. Эффективность терапии высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 41–47. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-41-47>

Efficiency of therapy of highly productive cows with comorbid obstetric-gynecological and orthopedic pathology

ABSTRACT

In veterinary practice, there is a problem of comorbid course of various diseases, which are caused by associations of opportunistic microflora present in farm biocenoses. Comorbid course of gynecological and orthopedic pathologies in cows causes significant economic damage, which is associated with a decrease in milk productivity and an increase in the cost of diagnostics, treatment and prevention of veterinary measures. Therefore, due to the high level of reproductive dysfunction and purulent-necrotic lesions in the hooves of cows, it is necessary to look for effective and pathogenetically substantiated methods of therapeutic action on these pathologies. In this manuscript, clinical and morphological control of the effectiveness of treatment with various schemes of highly productive cows with comorbid course of postpartum endometritis and orthopedic pathology is carried out. It has been established that the most effective treatment regimen for highly productive animals with comorbid postpartum acute purulent-catarrhal endometritis and purulent-necrotic lesions in the toe area is the treatment of cows in the 1st experimental group. This is evidenced by the absence of complications, faster overall clinical improvement by 8.67 days ($p < 0.001$) and the occurrence of estrus 37.2 days ($p < 0.001$) earlier, when compared with the basic treatment. The effectiveness of the treatment of cows in the 1st experimental group is supported by the positive dynamics of stabilization of the blood levels of HGB, RBC, PLT and WBC, when compared with the indicators of animals in other experimental groups.

Key words: highly productive cows, reproductive cycle, endometritis, purulent-necrotic lesions of the extremities, comorbid course, therapy

For citation: Lutsay V.I., Rudenko P.A., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M. Efficiency of therapy of highly productive cows with comorbid obstetric-gynecological and orthopedic pathology. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 41–47 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-41-47>

Введение/Introduction

В последнее время было установлено, что основные факторы, способствующие бесплодию у коров, связаны с несоответствием условий содержания физиологическим потребностям животных, неправильным кормлением, нарушениями в режиме эксплуатации, плохими санитарно-гигиеническими условиями содержания, ошибками в технологии искусственного осеменения, отсутствием регулярной физической активности и недостаточным качеством запуска животных [1–3]. В этом контексте основными причинами снижения репродуктивной функции являются акушерско-гинекологические патологии, которые могут приводить к длительному бесплодию или даже к полной утрате половой функции у коров [4–6].

В современных условиях молочного скотоводства ортопедические заболевания у коров стали достаточно острой проблемой. Несмотря на обширные научные исследования, они продолжают оставаться сдерживающим фактором для рентабельности молочного производства. В числе заболеваний конечностей наибольшее внимание привлекают гнойно-некротические поражения в области пальцев. Их последствия включают снижение продуктивности на 10% и более, значительные расходы на лечение, потерю репродуктивной способности и необходимость выбраковки коров [7, 8].

В ветеринарной практике существует проблема коморбидного течения различных заболеваний у коров, которые вызваны ассоциациями условно-патогенной микрофлоры, присутствующей в фермерских биоценозах [9–12]. Эти заболевания представляют собой группу факторных инфекций, включающихся в функционирование искусственно созданных фермерских биогеоценозов [13–15]. Коморбидное течение гинекологических и ортопедических патологий у коров наносит значительный экономический ущерб, что связано с уменьшением молочной продуктивности и увеличением расходов на диагностику, лечение и профилактику ветеринарных мероприятий [16–18]. В связи с высоким уровнем нарушений репродуктивной функции и гнойно-некротических поражений в области копыт у коров необходимо искать эффективные и патогенетически обоснованные методы терапевтического воздействия на эти патологии.

Цель работы — провести клинико-морфологический контроль эффективности лечения различными схемами высокопродуктивных коров при коморбидном течении послеродового эндометрита и ортопедической патологии.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены на базе АО «Воскресенское» (Воскресенский р-н, Московская обл.) в 2024 году. Объектом для исследования служили высокопродуктивные коровы ($n = 47$) с полиморбидным течением острого гнойно-катарального послеродового эндометрита и гнойно-некротическими заболеваниями в области пальца.

Эксперимент одобрен биоэтической комиссией кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Росбиотех» на предмет гуманного обращения с опытными животными в соответствии с Международными биоэтическими нормами¹.

При проведении ортопедической диспансеризации определяли степень и характер деформаций, интенсивность разрушения копытного рога, а также динамику болезней копыт у коров. При этом особое внимание обращали на состояние копыт (присутствие деформаций) и копытцевого рога (наличие в нем карманов, раковин, расслоений, трещин), а также постановку грудных и тазовых конечностей. У животных с наличием гнойно-некротических поражений в области пальцев в послеродовом периоде проводили акушерско-гинекологическую диспансеризацию на основании клинической манифестации методом трансректальной пальпации и ультразвуковым сканированием половых органов портативным аппаратом УЗИ (Falco, Испания) при частоте 8 МГц по принятым в ветеринарной репродуктологии методикам². При этом определяли размеры и эхоплотность тканей, их однородность, эхохарактер функциональных и патологических структур.

Выявленных при обследовании животных с коморбидным течением акушерско-гинекологической и ортопедической патологии рандомизированно методом конвертов разделили на четыре группы: 1-я опытная ($n = 14$), 2-я опытная ($n = 11$), 3-я опытная ($n = 11$), 4-я опытная (базовая терапия) ($n = 11$). Дизайн исследования приведен в таблице 1.

У больных животных всех опытных групп отбирали кровь из яремной вены в утренние часы (до кормления) в стерильные пробирки для проведения клинико-морфологических исследований общепринятыми методами³. При этом определяли в пробах крови уровень гемоглобина (HGB, г/л), эритроцитов (RBC, $10^{12}/л$), тромбоцитов (PLT, $10^9/л$), лейкоцитов (WBC, $10^9/л$).

Расчеты проводили с помощью статистической программы Statistica 7.0 (StatSoft, USA)⁴. При проведении статистических расчетов предварительно оценивали нормальность распределения

¹ Положения IV Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (ETS 123, 1986).

² Баймишев Х.Б., Землянкин В.В., Баймишев М.Х. Практикум по акушерству и гинекологии: учеб. пособие. 2-е изд. (перераб. и доп.). Самара: РИЦ СГСХА. 2012; 300.

³ Лелевич С.В., Стемпень Т.П. Лабораторная гематология: учеб. пособие для СПО. СПб.: Лань. 2-е изд. (стер.). 2024; 336.

⁴ Шарафутдинова Н.Х., Киреева Э.Ф., Николаева И.Е. и др. Статистические методы в медицине и здравоохранении: учеб. пособие. Уфа: ФГБОУ ВО «БГМУ» Минздрава России. 2018; 131.

Таблица 1. Схема лечения коров с коморбидным течением послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений в области пальцев (n = 47)

Table 1. Treatment regimen for cows with comorbid postpartum endometritis and purulent-necrotic lesions in the toe area (n = 47)

Группы животных	Метод терапии	Препараты и манипуляции	Способ применения, доза, кратность
1-я опытная (n = 14)	Местное лечение	1. Ортопедическая обработка пораженной области пальцев 2. Хирургическая обработка пораженной области 3. Мазь «Экзеконт» (АО «Ветеринарные препараты», Россия) 4. Суппозитории «Сепранол» (ООО «Нита-Фарм», Россия)	1. Однократно перед началом терапии 2. Трехкратно с интервалом 48 ч. (перед наложением мази) 3. Наружно на марлевой салфетке на пораженный участок 4. Согласно инструкции производителя
	Общее лечение	1. «Кобактан» 2,5% (Intervet International, Германия) 2. «Эмидонол» 10% (ООО «Агроветзащита», Россия)	1. Согласно инструкции производителя 2. Согласно инструкции производителя
2-я опытная (n = 11)	Местное лечение	1. Ортопедическая обработка пораженной области пальцев 2. Хирургическая обработка пораженной области 3. Мазь «Экзеконт» (АО «Ветеринарные препараты», Россия) 4. Суппозитории «Сепранол» (ООО «Нита-Фарм», Россия)	1. Однократно перед началом терапии 2. Трехкратно с интервалом 48 ч. (перед наложением мази) 3. Наружно на марлевой салфетке на пораженный участок 4. Согласно инструкции производителя
	Общее лечение	«Кобактан» (Intervet International, Германия)	Согласно инструкции производителя
3-я опытная (n = 11)	Местное лечение	1. Ортопедическая обработка пораженной области пальцев 2. Хирургическая обработка пораженной области 3. Мазь «Экзеконт» (АО «Ветеринарные препараты», Россия) 4. Суппозитории «Сепранол» (ООО «Нита-Фарм», Россия)	1. Однократно перед началом терапии 2. Трехкратно с интервалом 48 ч. (перед наложением мази) 3. Наружно на марлевой салфетке на пораженный участок 4. Согласно инструкции производителя
	Общее лечение	«Эмидонол» 10% (ООО «Агроветзащита», Россия)	Согласно инструкции производителя
Базовая терапия (n = 11)	Местное лечение	1. Ортопедическая обработка пораженной области пальцев 2. Хирургическая обработка пораженной области 3. Мазь «Экзеконт» (АО «Ветеринарные препараты», Россия) 4. Суппозитории «Сепранол» (ООО «Нита-Фарм», Россия)	1. Однократно, перед началом терапии 2. Трехкратно с интервалом 48 ч. (перед наложением мази) 3. Наружно на марлевой салфетке на пораженный участок 4. Согласно инструкции производителя
	Общее лечение	–	–

с помощью теста ANOVA. Рассчитывали среднюю арифметическую (Mean), среднеквадратическую ошибку (SE) и стандартное отклонение (SD). Достоверность разницы показателей рассчитывали: * ($p < 0,05$), ** ($p < 0,01$), *** ($p < 0,001$) — критерий Вилкоксона; $\diamond$ ($p < 0,05$), $\diamond\diamond$ ($p < 0,01$), $\diamond\diamond\diamond$ ($p < 0,001$) — достоверность разницы между I и II группами (критерий Манна—Уитни); Γ ($p < 0,05$), $\Gamma\Gamma$ ($p < 0,01$), $\Gamma\Gamma\Gamma$ ($p < 0,001$) — достоверность разницы между показателями коров I и III групп (критерий Манна—Уитни); $\S$ ($p < 0,05$), $\S\S$ ($p < 0,01$), $\S\S\S$ ($p < 0,001$) — достоверность разницы между показателями коров I и IV групп (критерий Манна—Уитни).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Ветеринарная практика подтверждает существование у высокопродуктивных коров клинически выраженной ассоциированной связи между проявлением акушерских болезней и ортопедической патологии [17]. Результаты предыдущих

исследований позволили определить системные изменения и общие патогенетические звенья воспаления матки и гнойно-некротических процессов в участках пальцев, возникающие у коров после родов. Кроме того, доказано, что наличие ортопедической патологии у коров существенно ухудшает клиническую манифестацию послеродового эндометрита [19], поэтому следующим этапом была разработка методов комплексного лечения послеродового метрита и гнойно-некротических поражений.

Результаты лечения коров с коморбидным течением послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений в области пальцев приведены в таблице 2.

Установлено, что наиболее эффективной схемой терапии высокопродуктивных животных с коморбидным течением острого гнойно-катарального послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений в области пальцев является лечение коров I опытной группы. Об этом свидетельствуют отсутствие осложнений, более

Таблица 2. Результаты лечения коров с коморбидным течением послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений в области пальцев (n = 47)

Table 2. Results of treatment of cows with comorbid postpartum endometritis and purulent-necrotic lesions in the toe area (n = 47)

Группы животных, гол.	Общее клиническое улучшение, сут.	Кол-во осложнений		Выздоровело к 15-му дню, гол.		Наступление половой охоты, сут.
		абс. ч.	%	абс. ч.	%	
I опытная, n = 14	9,42 ± 0,25	–	–	14	100,0	52,00 ± 0,88
II опытная, n = 11	10,36 ± 0,36	–	–	11	100,0	54,09 ± 2,01
III опытная, n = 11	15,27 ± 0,60***	3	27,3	8	72,7	62,27 ± 1,28***
IV (базовая терапия), n=11	18,09 ± 0,74***	7	63,6	1	9,1	89,27 ± 1,25***

Примечание: *** $p < 0,001$ (критерий Манна—Уитни) при сравнении с показателями I опытной группы.

быстрое общее клиническое улучшение на 8,67 сут. ($p < 0,001$) и возникновение половой охоты на 37,2 сут. ($p < 0,001$) раньше при сравнении с базовым лечением.

Динамика изменений общеклинических показателей коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области копыт у высокопродуктивных коров в процессе их терапии представлена в таблице 3.

В тесте Фридмана выявлена статистическая значимость относительно динамики изменения концентрации гемоглобина в крови коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области копыт, которых лечили по схеме I ($p < 0,001$). Это говорит о том, что фактор лечения у коров I группы оказывал сильное влияние на повышение концентрации гемоглобина. Так, на момент начала терапии коров по схеме I концентрация гемоглобина составляла $73,7 \pm 4,2$ г/л, на 7-й день после начала терапии она повысилась на 32,2% (до $97,4 \pm 8,5$ г/л, $p < 0,001$, критерий Вилкоксона), на 14-й день — на 19,9% (до $88,4 \pm 5,5$ г/л, $p < 0,001$ критерий Вилкоксона).

У коров, которых подвергли лечению по схеме II, отмечена динамика роста концентрации гемоглобина в процессе терапии ($p < 0,001$, тест Фридмана). Однако относительно точки контроля до лечения на 7-й день терапии коров по II схеме не отмечено достоверной разницы, а на 14-й день концентрация гемоглобина значимо повысилась — на 17,4% ($p < 0,001$).

Тестом Фридмана в крови коров, которых лечили по схеме III, отмечали позитивную динамику роста концентрации гемоглобина ($p < 0,001$) в процессе терапии. Однако в сравнении с нулевой точкой отчета на 7-й день лечения по схеме III в крови у коров выявили статистическое значимое возрастание концентрации гемоглобина — на 19,1% ($p < 0,01$), а на 14-й день терапии показатель гемоглобина у животных несколько снизился.

У коров, которых лечили по схеме IV, концентрация гемоглобина не увеличивалась ($p < 0,5$, тест Фридмана).

При контроле эффективности терапии коров схема I показала наиболее значимое влияние на концентрацию гемоглобина. Так, на 7-й день наблюдения в крови коров, которых лечили по

Таблица 3. Динамика изменений показателей крови коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области копыт у высокопродуктивных коров в процессе их терапии

Table 3. Dynamics of changes in general clinical parameters of cows with comorbid course of endometritis and purulent-necrotic diseases in the area of hooves in highly productive cows during their therapy

Показатель	Здоровые коровы (n = 23)	Схема	До лечения	В процессе лечения		Тест Фридмана
				7-й день	14-й день	
HGB, г/л	95,7 ± 7,5	I (n = 14)	73,7 ± 4,2	97,4 ± 8,5***	88,4 ± 5,5***	$p < 0,001$
		II (n = 11)	75,9 ± 6,3	81,5 ± 6,9	89,1 ± 5,6***	$p < 0,001$
		III (n = 11)	72,1 ± 10,1	85,9 ± 2,3**	79,5 ± 7,9 [†]	$p < 0,001$
		IV (n = 11)	76,5 ± 4,0	72,6 ± 3,9 ^{‡‡‡}	75,4 ± 4,8 ^{‡‡‡}	$p < 0,5$
RBC, $10^{12}/л$	6,9 ± 1,0	I (n = 14)	5,3 ± 1,1	7,1 ± 0,4***	5,8 ± 0,9***	$p < 0,001$
		II (n = 11)	4,9 ± 0,6	5,9 ± 1,2*	6,1 ± 0,9**	$p < 0,05$
		III (n = 11)	5,2 ± 0,7	5,7 ± 0,8	6,3 ± 0,9 ^{††}	$p < 0,01$
		IV (n = 11)	4,7 ± 0,7	5,1 ± 0,5 [‡]	5,4 ± 0,6* ^{‡‡‡}	$p < 0,05$
PLT, $10^9/л$	324,3 ± 69,2	I (n = 14)	583,0 ± 64,0	305,6 ± 98,9 ***	430,5 ± 76,7***	$p < 0,001$
		II (n = 11)	590,9 ± 44,8	409,7 ± 73,7 ***	353,8 ± 77,4***	$p < 0,001$
		III (n = 11)	573,5 ± 47,7	447,3 ± 80,7 **	400,6 ± 66,1*** [†]	$p < 0,001$
		IV (n = 11)	529,7 ± 157,6	589,0 ± 48,9 ^{‡‡‡}	417,4 ± 46,0** ^{‡‡‡}	$p < 0,01$
WBC, $10^9/л$	7,0 ± 1,2	I (n = 14)	15,3 ± 1,3	6,8 ± 0,9***	8,9 ± 1,3***	$p < 0,001$
		II (n = 11)	14,7 ± 1,6	9,9 ± 2,4***	7,5 ± 1,2***	$p < 0,001$
		III (n = 11)	14,7 ± 1,8	10,4 ± 1,7*** [†]	8,2 ± 1,5***	$p < 0,001$
		IV (n = 11)	14,7 ± 1,2	15,8 ± 2,6 ^{‡‡‡}	10,2 ± 1,6*** ^{‡‡‡}	$p < 0,001$

Примечание: * ($p < 0,05$), ** ($p < 0,01$), *** ($p < 0,001$) — критерий Вилкоксона; [†] ($p < 0,05$), ^{††} ($p < 0,01$), ^{†††} ($p < 0,001$) — достоверность разницы между I и II группами (критерий Манна — Уитни); [‡] ($p < 0,05$), ^{‡‡} ($p < 0,01$), ^{‡‡‡} ($p < 0,001$) — достоверность разницы между показателями коров I и III групп (критерий Манна — Уитни); ^{‡‡‡} ($p < 0,05$), ^{‡‡‡‡} ($p < 0,01$), ^{‡‡‡‡‡} ($p < 0,001$) — достоверность разницы между показателями коров I и IV групп (критерий Манна — Уитни).

схеме I, по сравнению со II и IV схемами установили статистическое значимое повышение концентрации гемоглобина — на 19,5% ($p < 0,05$, критерий Манна — Уитни) и 34,1% ($p < 0,001$, критерий Манна — Уитни) соответственно. На 14-й день после начала терапии в крови коров, которых лечили по схеме I, по сравнению с III и IV схемами установили статистическое значимое повышение концентрации гемоглобина — на 11,2% ($p < 0,05$, критерий Манна — Уитни) и 17,2% ($p < 0,001$, критерий Манна — Уитни) соответственно.

Тестом Фридмана установлена положительная динамика изменений количества эритроцитов (табл. 3) в крови коров, которых лечили по схемам I ($p < 0,001$), II ($p < 0,05$), III ($p < 0,01$), IV ($p < 0,05$). В крови коров, которых лечили по схеме I, количество эритроцитов на 7-й и 14-й день (по сравнению с аналогичным показателем до начала терапии) статистически значимо выросло — на 33,9% ($p < 0,001$) и 9,4% ($p < 0,01$, критерий Вилкоксона) соответственно.

На 7-й день терапии коров по II схеме (по сравнению с параметрами до лечения) отмечено статистически значимое повышение показателя количества эритроцитов — на 20,4% ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона), а на 14-й день этот показатель повысился на 24,5% ($p < 0,01$, критерий Вилкоксона). В сравнении с нулевой точкой на 7-й день лечения по схеме III в крови у коров не выявили статистически значимого изменения количества эритроцитов, а на 14-й день терапии оно достоверно увеличилось — на 21,2% ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона). У коров, которых лечили по схеме IV, количество эритроцитов увеличилось на 14-й день от момента начала терапии на 14,9% ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона).

При исследовании параметров эффективности терапии коров схема I показала наиболее значимое влияние на восстановление количества эритроцитов. Так, на 7-й день наблюдения в крови коров, которых лечили по схеме I, по сравнению со схемой IV установили статистически значимое повышение количества эритроцитов — на 39,2% ($p < 0,05$, критерий Манна — Уитни). На 14-й день после начала терапии в крови коров, которых лечили по схеме I, по сравнению со схемой IV установили статистически значимое повышение количества эритроцитов — на 7,4% ($p < 0,05$, критерий Манна — Уитни).

Статистическими расчетами по методу Фридмана установлено, что количество тромбоцитов в крови коров, которых лечили по схемам I–IV, закономерно изменялось. Так, на момент начала терапии коров по схеме I количество тромбоцитов в крови составляло $583,0 \pm 64,0 \cdot 10^9/\text{л}$, на 7-й день проведения лечебных мероприятий оно снизилось на 47,8% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона), на 14-й день — на 26,2% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона). На 7-й день терапии количество тромбоцитов снизилось на 30,7% ($p < 0,001$) у коров, подвергнутых терапии по схеме II, на

22,0% ($p < 0,001$) в группе коров, которых лечили по схеме III.

Следует отметить, что у коров, которых лечили по схеме IV, количество тромбоцитов в крови на 7-е сутки после начала терапии имело тенденцию к повышению (на 11,2%). На 14-й день терапии (по сравнению с началом периода наблюдения) количество тромбоцитов снизилось на 40,1% в группе II ($p < 0,001$), на 30,1% — в группе III ($p < 0,001$), на 21,2% — в группе IV ($p < 0,01$). На 7-й день отмечено статистически значимое снижение количества тромбоцитов в крови коров, которых лечили по схеме I, — на 48,1% ($p < 0,001$, критерий Манна — Уитни) по сравнению с IV схемой терапии. На 14-й день выявлено статистически значимое снижение количества тромбоцитов в крови коров, которых лечили по схеме I, по сравнению со схемами III и IV соответственно.

В крови животных, которых подвергли терапии разными схемами, отмечена статистически значимая динамика снижения количества лейкоцитов (тест Фридмана). На 7-й день терапии (по сравнению с нулевым днем) отмечено статистически значимое снижение количества лейкоцитов в крови коров, которых лечили по схеме I, — на 55,6% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона), по схеме II — на 32,7% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона), по схеме III — на 29,3% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона). Напротив, в группе IV произошел незначительный рост количества лейкоцитов в крови. Кроме этого, на 7-й день терапии (по сравнению с нулевым днем) было зарегистрировано статистически значимое снижение количества лейкоцитов в крови коров, которых лечили по схеме I, — на 41,8% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона), по схеме II — на 48,9% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона), по схеме III — на 44,2% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона), по схеме IV — на 30,6% ($p < 0,001$, критерий Вилкоксона).

На 7-й день отмечено статистически значимое снижение количества лейкоцитов в крови коров, которых лечили по схеме I, по сравнению со схемой III — на 34,6% ($p < 0,05$, критерий Манна — Уитни), со схемой IV — на 56,9% ($p < 0,001$, критерий Манна — Уитни). Вместе с тем на 14-й день идентифицировано статистически значимое снижение количества лейкоцитов в крови коров, которых лечили по схеме I, по сравнению со схемой терапии IV — на 12,7% ($p < 0,001$, критерий Манна — Уитни).

Таким образом, установлено, что наиболее эффективной была комплексная схема терапии I опытной группы, о чем свидетельствуют общеклинические наблюдения за опытными животными.

Выводы/Conclusions

Комплексное лечение высокопродуктивных коров с коморбидным течением острого гнойно-катарального послеродового эндометрита и гнойно-некротическими поражениями конечностей, которое включает в качестве местного

воздействия однократную ортопедическую обработку пораженной области пальцев, трехкратную хирургическую обработку пораженной области с интервалом 48 ч. перед наложением мази «Экзеконт» и внутриматочное введение суппозитория «Сепранол» двукратно с интервалом 24 ч. на фоне внутримышечного применения «Кобактана» и «Эмидонола», показало наибольшую эффективность. Об этом свидетельствует анализ результатов общеклинического и морфологического мониторинга

за опытными животными в динамике их терапии. Показано, что у животных, которых лечили по схеме I, отсутствует наличие осложнений, возникают более быстрое общее клиническое улучшение — на 8,67 сут. ($p < 0,001$) раньше и половая течка — на 37,2 сут. ($p < 0,001$) раньше при сравнении с базовым лечением. Установлено, что в пробах крови животных группы I уровень показателей HGB, RBC, PLT и WBC быстрее (при сравнении с другими опытными группами) достигает референсных значений.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00172.
<https://rscf.ru/project/24-26-00172/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitsky S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences*. 2022; 363: 03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
2. Калашников В.А. Определение чувствительности к антибиотикам микрофлоры, выделенной из половых путей больных эндометритом коров. *Ветеринарная медицина. Межведомственный тематический научный сборник*. Харьков. 2004; 83: 107–110.
3. Луцай В.И., Солошенко Н.Ю., Неведов А.М., Сибирцев В.Д., Руденко А.А., Руденко П.А. Микробный пейзаж при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров. *Аграрная наука*. 2024; (3): 66–71. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-66-71>
4. Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF_{2α}. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
5. Nyabinwa P., Kashongwe O.B., Habimana J.P., d'Andre Hirwa C., Bebe B.O. Estimating prevalence of endometritis in smallholder zero-grazed dairy cows in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*. 2020; 52(6): 3135–3145. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
6. Osawa T. Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2021; 67(5): 291–299. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052>
7. Hulek M., Sommerfeld-Stur I., Kofler J. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal*. 2010; 183(2): 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.001>
8. Scarsella E., Zecconi A., Cintio M., Stefanon B. Characterization of Microbiome on Feces, Blood and Milk in Dairy Cows with Different Milk Leucocyte Pattern. *Animals*. 2021; 11(5): 14633. <https://doi.org/10.3390/ani11051463>
9. Vatinikov Y. et al. Research on the antibacterial and antimycotic effect of the phytopreparation Farnesol on biofilm-forming microorganisms in veterinary medicine. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020; 12(S2): 1481–1492. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.SP2.164>
10. Todhunter D.A., Smith K.L., Hogan J.S., Schoenberger P.S. Gram-negative bacterial infections of the mammary gland in cows. *American journal of veterinary research*. 1991; 52(2): 184–188.
11. Shearer J.K., van Amstel S.R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2017; 33(2): 283–300. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.001>
12. Kofler J., Geissbühler U., Steiner A. Diagnostic Imaging in Bovine Orthopedics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014; 30(1): 11–53. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.11.003>
13. Basbas C. et al. Unveiling the microbiome during post-partum uterine infection: a deep shotgun sequencing approach to characterize the dairy cow uterine microbiome. *Animal Microbiome*. 2023; 5: 59. <https://doi.org/10.1186/s42523-023-00281-5>

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 24-26-00172.
<https://rscf.ru/project/24-26-00172/>

REFERENCES

1. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitsky S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences*. 2022; 363: 03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
2. Kalashnikov V.A. Determination of sensitivity to antibiotics of microflora, isolated from the genital tract of patients with endometritis of cows. *Veterinary medicine. Interdepartmental thematic scientific collection*. Kharkiv. 2004; 83: 107–110 (in Russian).
3. Lutsay V.I., Soloshenko N.Yu., Nefedov A.M., Sibirtsev V.D., Rudenko A.A., Rudenko P.A. Microbial landscape in acute purulent-catharrhal postpartum endometritis in cows. *Agrarian science*. 2024; (3): 66–71 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-66-71>
4. Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF_{2α}. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
5. Nyabinwa P., Kashongwe O.B., Habimana J.P., d'Andre Hirwa C., Bebe B.O. Estimating prevalence of endometritis in smallholder zero-grazed dairy cows in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*. 2020; 52(6): 3135–3145. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
6. Osawa T. Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2021; 67(5): 291–299. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052>
7. Hulek M., Sommerfeld-Stur I., Kofler J. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal*. 2010; 183(2): 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.001>
8. Scarsella E., Zecconi A., Cintio M., Stefanon B. Characterization of Microbiome on Feces, Blood and Milk in Dairy Cows with Different Milk Leucocyte Pattern. *Animals*. 2021; 11(5): 14633. <https://doi.org/10.3390/ani11051463>
9. Vatinikov Y. et al. Research on the antibacterial and antimycotic effect of the phytopreparation Farnesol on biofilm-forming microorganisms in veterinary medicine. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020; 12(S2): 1481–1492. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.SP2.164>
10. Todhunter D.A., Smith K.L., Hogan J.S., Schoenberger P.S. Gram-negative bacterial infections of the mammary gland in cows. *American journal of veterinary research*. 1991; 52(2): 184–188.
11. Shearer J.K., van Amstel S.R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2017; 33(2): 283–300. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.001>
12. Kofler J., Geissbühler U., Steiner A. Diagnostic Imaging in Bovine Orthopedics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014; 30(1): 11–53. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.11.003>
13. Basbas C. et al. Unveiling the microbiome during post-partum uterine infection: a deep shotgun sequencing approach to characterize the dairy cow uterine microbiome. *Animal Microbiome*. 2023; 5: 59. <https://doi.org/10.1186/s42523-023-00281-5>

14. de Lima F.S. Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2020; 17(3): e20200063. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>
15. Skovorodin E., Bogolyuk S.S., Yurina A.L. Clinical, laboratory, and morphological diagnosis of diseases in the oviducts and paraovarian structures of cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2022; 86(3): 194–202.
16. Belaid M.A., Rodriguez-Prado M., López-Suárez M., Rodríguez-Prado D.V., Calsamiglia S. Parturition behavior changes in dry Holstein cows at risk of postpartum diseases. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(4): 4575–4583. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18792>
17. Liu Z. *et al.* Application of Flow Cytometry in the Diagnosis of Bovine Epidemic Disease. *Viruses*. 2023; 15(6): 1378. <https://doi.org/10.3390/v15061378>
18. Dutton-Regester K.J., Barnes T.S., Wright J.D., Alawneh J.I., Rabiee A.R. a systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 149: 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.003>
19. Луцый В.И., Сибирцев В.Д., Неведов А.М., Руденко П.А. Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии. *Аграрная наука*. 2024; (9): 34–39. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

ОБ АВТОРАХ

Владимир Иванович Луцый¹

доктор ветеринарных наук, заведующий
кафедрой ветеринарной медицины
recaro21@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0003-4668-2545>

Павел Анатольевич Руденко^{1,2}

• доктор ветеринарных наук, профессор
кафедры ветеринарной медицины¹;
• профессор департамента ветеринарной медицины²
pavelrudenko76@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>

Владимир Дмитриевич Сибирцев¹

аспирант кафедры ветеринарной медицины
sibircev_vd@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5302-3321>

Антон Максимович Неведов¹

аспирант кафедры ветеринарной медицины
goose322@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-6908-2895>

¹Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

²Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Россия

14. de Lima F.S. Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2020; 17(3): e20200063. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>

15. Skovorodin E., Bogolyuk S.S., Yurina A.L. Clinical, laboratory, and morphological diagnosis of diseases in the oviducts and paraovarian structures of cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2022; 86(3): 194–202.

16. Belaid M.A., Rodriguez-Prado M., López-Suárez M., Rodríguez-Prado D.V., Calsamiglia S. Parturition behavior changes in dry Holstein cows at risk of postpartum diseases. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(4): 4575–4583. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18792>

17. Liu Z. *et al.* Application of Flow Cytometry in the Diagnosis of Bovine Epidemic Disease. *Viruses*. 2023; 15(6): 1378. <https://doi.org/10.3390/v15061378>

18. Dutton-Regester K.J., Barnes T.S., Wright J.D., Alawneh J.I., Rabiee A.R. a systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 149: 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.003>

19. Lutsay V.I., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M., Rudenko P.A. Level of prooxidant-antioxidant status in highly productive cows with comorbid obstetric, gynecological and orthopedic pathology. *Agrarian science*. 2024; (9): 34–39 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Ivanovich Lutsay¹

Doctor of Veterinary Sciences, Head
of the Department of Veterinary Medicine
recaro21@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0003-4668-2545>

Pavel Anatolyevich Rudenko^{1,2}

• Doctor of Veterinary Sciences, Professor
of the Department of Veterinary Medicine¹;
• Professor of the Department of Veterinary Medicine²
pavelrudenko76@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>

Vladimir Dmitrievich Sibirtsev¹

Postgraduate Student of the Department of Veterinary Medicine
sibircev_vd@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5302-3321>

Anton Maksimovich Nefedov¹

Postgraduate Student of the Department of Veterinary Medicine
goose322@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-6908-2895>

¹Russian Biotechnological University, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

²Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maclay Str., Moscow, 117198, Russia

Ю.О. Ляшук¹ ✉К.И. Романов²К.А. Иванищев²А.В. Курматова³Г.Н. Самарин¹

¹Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ, Москва,
Россия

²Рязанский государственный
агротехнологический университет
им. П. А. Костычева, Рязань, Россия

³Ветеринарная клиника «Доктор Вет»,
Рязань, Россия

✉ ularzn@mail.ru

Поступила в редакцию: 25.01.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Ляшук Ю.О., Романов К.И., Иванищев К.А.,
Курматова А.В., Самарин Г.Н.

Yulia O. Lyashchuk¹ ✉Kirill I. Romanov²Konstantin A. Ivanishchev²Arina V. Kurmatova³Gennady N. Samarin¹

¹Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Moscow, Russia

²Ryazan State Agrotechnological
University named after P.A. Kostychev,
Ryazan, Russia

³Veterinary Clinic "Doctor Vet", Ryazan,
Russia

✉ ularzn@mail.ru

Received by the editorial office: 25.01.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Lyashchuk Yu.O., Romanov K.I.,
Ivanishchev K.A., Kurmatova A.V.,
Samarin G.N.

Анализ факторов риска развития плоскоклеточной карциномы и оценка подходов к ее лечению

РЕЗЮМЕ

В работе приведен анализ факторов риска, способствующих возникновению плоскоклеточной карциномы, и дана оценка подходов к ее лечению. Понимание природы рисков, связанных со смертностью от плоскоклеточной карциномы, имеет значение как для людей, так и для различных видов животных, у которых она диагностирована. В последние годы онкологические заболевания набирают обороты по всему миру. Плоскоклеточная карцинома не является исключением, что обусловлено ее высокой распространенностью среди людей и животных. Особый интерес представляет диагностика заболевания на ранних стадиях, что существенно повышает шансы на положительный исход. Особое значение имеют задачи, связанные со своевременной диагностикой и дифференциацией онкологии от других заболеваний с похожей симптоматикой. Авторским коллективом приведена оценка результативности разных подходов к лечению плоскоклеточной карциномы у мелких домашних животных, выбранных в качестве объекта исследования для повышения статистической точности полученных результатов и выводов, поскольку только клинические условия позволяют подробно зафиксировать историю болезни каждого животного и получить данные в динамике. Другой причиной проведения исследований на животных в клинических условиях является биоэтика сбора экспериментального материала, что может позволить снизить количество лабораторных испытаний на модельных животных, как альтернатива экспериментам с преднамеренным погружением животных в состояние болезни с высокой вероятностью их летального исхода. Изучение предрасположенности и механизмов развития плоскоклеточной карциномы на примере животных в дальнейшем может способствовать разработке новых методов диагностики и лечения этого заболевания у людей. Исследование онкофакторов, стимулирующих развитие карциномы, будет способствовать выявлению групп риска и разработке профилактических мероприятий, направленных на предотвращение распространения заболевания, насколько это возможно при текущем уровне развития медицинских знаний.

Ключевые слова: плоскоклеточная карцинома, лучевая терапия, химиотерапия, оперативное лечение

Для цитирования: Ляшук Ю.О., Романов К.И., Иванищев К.А., Курматова А.В., Самарин Г.Н. Анализ факторов риска развития плоскоклеточной карциномы и оценка подходов к ее лечению. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 48–55.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-48-55>

Analysis of risk factors for the development of squamous cell carcinoma and evaluation of approaches to its treatment

ABSTRACT

The paper presents an analysis of risk factors contributing to the development of squamous cell carcinoma and assesses approaches to its treatment. Understanding the nature of the risks associated with mortality from squamous cell carcinoma is important for both humans and various animal species diagnosed with it. In recent years, oncological diseases have been gaining momentum around the world. Squamous cell carcinoma is no exception, due to its high prevalence among humans and animals. Of particular interest is the diagnosis of the disease in the early stages, which significantly increases the chances of a positive outcome. Of particular importance are the tasks associated with timely diagnosis and differentiation of oncology from other diseases with similar symptoms. The authors assessed the effectiveness of different approaches to the treatment of squamous cell carcinoma in small domestic animals chosen as the object of study to increase the statistical accuracy of the results and conclusions obtained, since only clinical conditions allow for a detailed medical history of each animal and obtaining dynamic data. Another reason for conducting animal studies in clinical settings is the bioethics of collecting experimental material, which may reduce the number of laboratory tests on model animals, as an alternative to experiments with deliberately immersing animals in a state of disease with a high probability of their lethal outcome. Studying the predisposition and mechanisms of development of squamous cell carcinoma using animals as an example may further contribute to the development of new methods for diagnosing and treating this disease in humans. Studying oncofactors that stimulate the development of carcinoma will help identify risk groups and develop preventive measures aimed at preventing the spread of the disease, as far as possible with the current level of development of medical knowledge.

Key words: squamous cell carcinoma, radiation therapy, chemotherapy, surgery

For citation: Lyashchuk Yu.O., Romanov K.I., Ivanishchev K.A., Kurmatova A.V., Samarin G.N. Analysis of risk factors for the development of squamous cell carcinoma and evaluation of approaches to its treatment. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 48–55 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-48-55>

Введение/Introduction

За последние десятилетия уровень онкологической заболеваемости на планете демонстрирует тенденцию к росту. Плоскоклеточная карцинома не является исключением, что обусловлено ее высокой распространенностью среди людей и животных [1].

Особого внимания заслуживают диагностика заболевания на ранних стадиях (что существенно повышает шансы на положительный исход) и выявление системности влияния онкологических процессов на организм [2]. Наиболее острый интерес вызывают вопросы по своевременному выявлению и дифференциации онкологии у животных от других заболеваний с похожей симптоматикой, а также вопросы о наличии возможного влияния прямых контактов и фактов употребления продукции, полученной от больных сельскохозяйственных животных, на здоровье людей [3].

Однозначных доказательств наличия корреляционной зависимости между растущими уровнями онкологических заболеваний у животных и людей пока не предоставлено, несмотря на исследования в этой области [4]. В рамках ранее проведенных исследований в работах О.Б. Генджиевой, М.И. Гулюкина, Н.З. Хазипова, Р.Р. Вафина, А.Ю. Шаевой и других ученых [5–8] была установлена тенденционная зависимость между природой лейкоза у животных и людей. Вирус лейкоза КРС, как и вирус Т-клеточного лейкоза человека, имеет структурное и генетическое сходство ввиду близкородственного происхождения (они относятся к одному и тому же подсемейству *Oncornaviridae* семейства *Retroviridae*), но неопровержимых результатов, подтверждающих наличие влияния вируса лейкоза КРС на возникновение потенциального рака крови у людей, пока нет: ни при случаях употребления молока от лейкозных коров, ни при непосредственных контактах на молочных фермах как с клинически больными животными, так и с носителями в бессимптомной форме [7, 8].

Плоскоклеточная карцинома имеет иную природу, нежели лейкоз, и контакты с животными, имеющими данное заболевание, на сегодняшний день считаются безопасными, однако вопросы о возможном влиянии данной онкологии на здоровье людей являются предметом исследований таких ученых, как И.А. Утяшев, К.В. Орлова [9], С.И. Самойлова, Н.С. Сукорцева [10], А.А. Епишкина, А.М. Авдалян [11].

Плоскоклеточная карцинома представляет собой такой тип рака эпителиальной ткани, который может привести к серьезным проблемам со здоровьем, как у животных, так и у людей, вплоть до летального исхода. Заболевание обычно развивается с течением времени, довольно часто начинаясь как предраковое новообразование, называемое актиническим кератозом. По мере прогрессирования она может проходить различные стадии — от локализованных до инвазивных опухолей, которые проникают глубже в ткани.

Плоскоклеточная карцинома может возникнуть в различных частях тела, нарушая функционирование эпителиальной ткани: на коже [9], губах, в ротовой полости, горле [10], пищеводе, легких [11], поджелудочной железе [12], анусе, на половых [13, 14], репродуктивных [15] и других органах, в том числе в результате метастатических процессов [16].

Исследования в области канцерогенеза охватывают различные аспекты, однако до сих пор не удалось полностью реконструировать последовательность событий, ведущих к злокачественному перерождению клетки. Механизмы опухолевой прогрессии остаются во многом неясными, что затрудняет разработку эффективных методов профилактики и лечения. Тем не менее современные исследования сосредоточены на изучении генетических мутаций, влиянии микроокружения опухоли, а также роли иммунной системы в контроле за атипичными клетками.

Канцерогенез представляет собой сложный многостадийный процесс с участием экзогенных (окружающая среда, образ жизни, подход к питанию) и эндогенных (генетических, гормональных, иммунологических) факторов и их сочетаний с изменением генетического материала клеток организма и нарушениями в системе иммунитета [17].

Существует множество факторов риска, связанных с развитием плоскоклеточной карциномы, при этом одни из них будут более характерны для людей, а другие — для сельскохозяйственных и домашних животных. В числе онкофакторов риска развития плоскоклеточного рака у людей наиболее часто отмечают воздействие ультрафиолетового излучения от солнца или солярия, употребление табака и алкоголя, применение низкокачественных средств личной гигиены, косметологических средств и процедур, влияющих на здоровье кожи, ослабленную иммунную систему, генетическую предрасположенность и специфические генетические состояния (пигментная ксеродерма), наличие вируса папилломы человека [13, 18–20]. Для животных часть из этих факторов является актуальной, за исключением тех, что обусловлены социальной жизнью в обществе.

Имеет смысл обратить внимание на влияние штаммов вирусов папилломы сельскохозяйственных и домашних животных на развитие плоскоклеточного рака, соответственно, у крупного рогатого скота (*Bovine squamous cell carcinoma*), кошек (*Feline squamous cell carcinoma*) и собак (*Canine squamous cell carcinoma*). Как показывает клиническая практика, наиболее часто плоскоклеточный рак у мелких домашних животных диагностируется как индуцированное явление после травматизации и последующего систематического нарушения целостности тканей.

Своевременное прогнозирование играет решающую роль в лечении плоскоклеточного рака, что в свою очередь зависит от целого ряда факторов, которые могут повлиять на точность и

полноту прогноза. К таким факторам можно отнести стадию рака, расположение опухоли, размер опухоли, наличие метастазов и общее состояние здоровья организма.

Необходимо отметить, что диагностика и прогнозирование динамики онкологии у мелких домашних животных на сегодняшний день имеют более высокий уровень по сравнению с сельскохозяйственными животными не только ввиду разного отношения человечества к этим категориям животных, их принципиально различного «общественного статуса» и роли в жизни людей, но и по чисто техническим причинам, связанным с применением специального оборудования, поскольку никто не отменял ряд сложностей, а порой и полное отсутствие адекватной возможности проведения дополнительных исследований для выявления первичных очагов и путей метастазирования с применением магнитно-резонансной томографии и ультразвукового исследования у того же крупного рогатого скота.

Уровень же выявляемости онкологических заболеваний у мелких домашних животных с течением времени растет довольно активно, поскольку появляются как новые способы диагностирования новообразований, так и оборудование, позволяющее провести все необходимые исследования в клинических условиях. К сожалению, даже новые разработанные методы лечения зачастую не позволяют в полной мере привести к выздоровлению животных, и порой всё, что доступно современной ветеринарной медицине, — это возможность ввести организм в состояние ремиссии.

Существуют доброкачественные новообразования, при лечении которых можно полностью привести к выздоровлению организма, и злокачественные образования, которые сложно поддаются лечению.

Плоскоклеточная карцинома (плоскоклеточный рак) является одним из злокачественных эпителиальных новообразований, развивающимся из кератиноцитов. Заболевание обычно развивается с течением времени, довольно часто начинаясь как предраковое новообразование, называемое актиническим кератозом. По мере прогрессирования она может проходить различные стадии — от локализованных опухолей до инвазивных опухолей, которые проникают глубже в ткани.

Цели данного исследования — оценка подходов к лечению плоскоклеточной карциномы на примере мелких домашних животных и проведение анализа факторов риска ее возникновения и развития.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Экспериментальная работа охватывает период с марта 2023 г. по январь 2025-го на базе ветеринарной клиники «Доктор Вет» (г. Рязань, Россия)¹.

В качестве объекта исследования были выбраны мелкие домашние животные (кошки и собаки) разных возрастов и пород. В исследуемую группу вошли 310 кошек и собак, поступивших на первичный прием в клинику с подозрением на онкологический процесс, подтвердившийся в ходе дальнейшей диагностики.

Проведение экспериментальной работы было основано на комплексном методическом подходе к каждому животному и включало в себя сбор анамнеза, клинический осмотр, гематологические исследования, специальные методы диагностики, представленные микроскопией (микроскоп Microscreen, Hospitex Diagnostics, Италия), рентгенографией (портативный рентгеновский аппарат Orange-1060HF, EcoRay, Южная Корея), компьютерной (компьютерный томограф NeuViz 16 Classic, Neusoft, Китай) и магнитно-резонансной (ветеринарная МРТ-система Esaote Vet-MR, Esaote, Италия) томографией.

Необходимость проведения дополнительных исследований определяли в индивидуальном порядке для каждого животного в зависимости от локализации первичного опухолевого очага. Верификацию онкологического процесса проводили на основании результатов патоморфологических исследований биопсийного материала.

Для обработки полученных в ходе исследования результатов были сформированы базы данных в программе Microsoft Excel (США). Методы лечения включали в себя оперативное вмешательство, лучевую и таргетную терапию препаратом «Сорафениб» (200 мг) (ООО «Натива», Россия)².

Все манипуляции и диагностические тесты проводили согласно этике по обращению с животными³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Как показали проведенные исследования, плоскоклеточный рак ротовой полости составляет 75% среди всех опухолей полости рта у кошек, 12% — у собак.

В клинической практике встречается множество факторов риска, влияющих на процесс развития плоскоклеточной карциномы у животных. Наиболее часто плоскоклеточный рак у мелких домашних животных диагностируется как индуцированное явление после травматизации и последующего систематического нарушения

¹ Официальный сайт ветеринарной клиники «Доктор Вет».
<https://doctorvet62.ru/>

² Официальный сайт «Регистр лекарственных средств России» Сорафениб (Sorafenib).
Режим доступа: <https://www.rlsnet.ru/drugs/sorafenib-79687?ysclid=m7t1kihldj46378714>

³ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

целостности тканей. Своевременное прогнозирование играет решающую роль в лечении плоскоклеточного рака. При этом на точность и полноту прогноза влияют такие факторы, как стадия рака, расположение опухоли, размер опухоли, наличие метастазов и общее состояние здоровья организма животного.

У собак карцинома обнаруживается преимущественно в ростральной части нижней челюсти, а у кошек чаще оказываются поражены язык, глотка и миндалины. Плоскоклеточный рак ротовой полости характеризуется местной инвазивностью, он легко инфильтрует кости. Зачастую степень инвазии кости оказывается значительно больше, чем изначально ожидалось по клинической картине, и может приводить к лизису костной ткани.

Рассмотрим клинический случай данного процесса на примере кота Бульбозавра с диагнозом «плоскоклеточный рак ротовой полости» (рис. 1–4).

Рис. 1. Плоскоклеточный рак ротовой полости. Фото А.В. Курматовой

Fig. 1. Squamous cell carcinoma of the oral cavity. Photo by A.V. Kurmatova



Рис. 2. Рентгенография нижней челюсти при плоскоклеточном раке ротовой полости. Фото А.В. Курматовой

Fig. 2. X-ray of the lower jaw in squamous cell carcinoma of the oral cavity. Photo by A.V. Kurmatova



На рисунках 1, 2 хорошо визуализируются очаг плоскоклеточной карциномы и лизис мезиальной части правой нижнечелюстной кости (портативный рентгеновский аппарат Orange-1060HF, EcoRay). На рисунках 3–5 представлены микропрепараты измененных тканей (общепрофессиональный лабораторный микроскоп Microscreen, Hospitex Diagnostics).

На рисунке 4 хорошо просматриваются полиморфноядерные нейтрофилы и включения клеток в состоянии кариопикноза. На рисунке 5 четко визуализированы клетки в состоянии митоза и тяжи ядерного лизированного материала.

Рис. 3. Клетки высокодифференцированного плоскоклеточного рака. Окрашивание по Романовскому — Гимзе (x1000). Фото А.В. Курматовой

Fig. 3. Highly differentiated squamous cell carcinoma cells. Romanovsky — Giemsa staining (x1000). Photo by A.V. Kurmatova

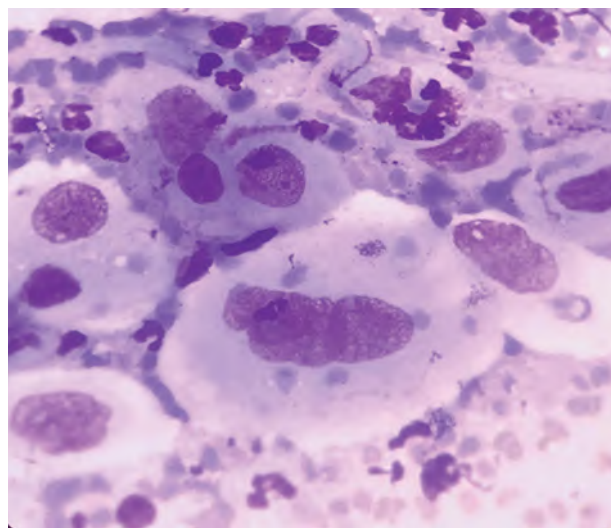


Рис. 4. Микропрепарат измененной эпителиальной ткани нижней челюсти (полиморфноядерные нейтрофилы и включения клеток в состоянии кариопикноза). Окрашивание по Романовскому — Гимзе (x1000). Фото А.В. Курматовой

Fig. 4. Microscopic specimen of altered epithelial tissue of the lower jaw (polymorphonuclear neutrophils and inclusions of cells in a state of karyopyknosis). Romanovsky — Giemsa staining (x1000). Photo by A.V. Kurmatova

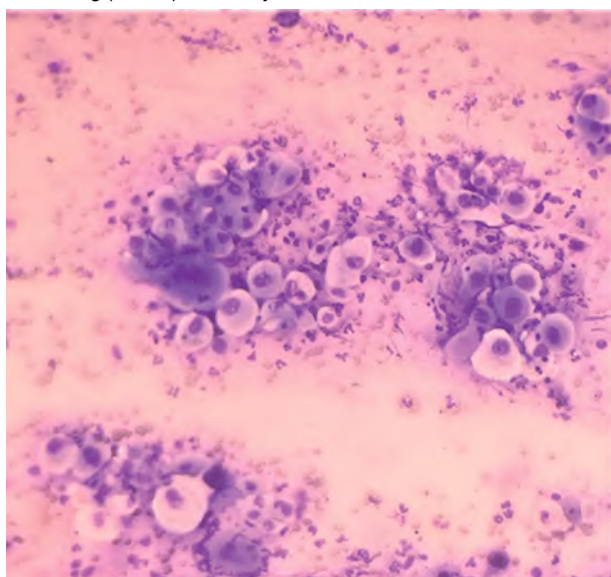
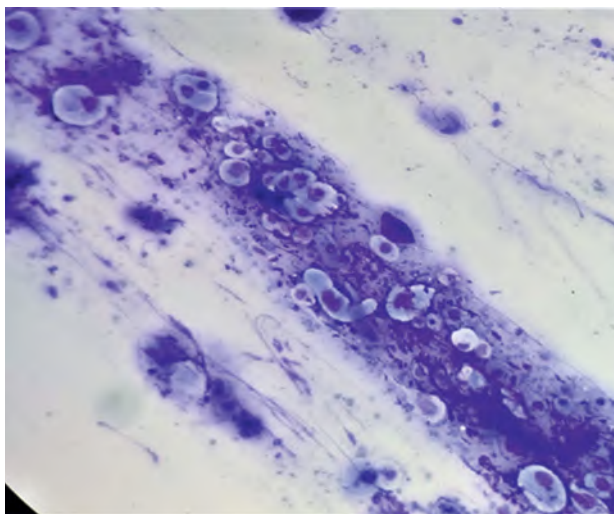


Рис. 5. Микропрепарат измененной эпителиальной ткани нижней челюсти (клетки в состоянии митоза и тяжи ядерного лизированного материала). Окрашивание по Романовскому — Гимзе (x1000). Фото А.В. Курматовой

Fig. 5. Microscopic preparation of altered epithelial tissue of the lower jaw (cells in a state of mitosis and strands of nuclear lysed material). Romanovsky — Giemsa staining (x1000). Photo by A.V. Kurmatova



Основной проблемой лечения плоскоклеточной карциномы является контроль за первичной опухолью. В большинстве случаев животным могла бы быть показана химиотерапия с учетом высокого потенциала метастазирования, но, как показывает клиническая практика, чувствительность атипичных клеток в данном случае довольно низкая, и химиотерапия редко приводит к ожидаемому результату, в связи с чем довольно часто назначают таргетную терапию (введение протеинкиназных ингибиторов, в данных исследованиях — препарата «Сорафениб» 200 мг). Действующим веществом «Сорафениба» является мультикиназный ингибитор сорафениба тозилат, подавляющий как внутриклеточные киназы (с-CRAF, BRAF и мутантную BRAF), так и киназы, расположенные на поверхности клетки (KIT, FLT-3, RET, PDGFR-VEGFR-1, VEGFR-2 и VEGFR-3).

Еще одним способом лечения плоскоклеточной карциномы является лучевая терапия, которую можно использовать в качестве основного лечения. Ионизирующее излучение вызывает химические повреждения в ДНК, которые приводят к гибели клеток, в результате нарушения процессов репликации. Не менее важная проблема проведения всех необходимых манипуляций с домашними животными при лечении плоскоклеточной карциномы ротовой полости — ограничения хирургической резекции, связанные с небольшими размерами нижней или верхней челюсти.

Вышеозначенные проблемы можно решить путем комплексного подхода к лечению. Таким образом, хирургическая резекция может быть проведена в комбинации с лучевой терапией (в некоторых случаях может рассматриваться как основной метод лечения) и таргетной терапией (препарат «Сорафениб» 200 мг).

Таблица 1. Результаты анализа положительных ответов организма животных на различные методы лечения плоскоклеточной карциномы ротовой полости

Table 1. Results of the analysis of positive responses of the animal organism to various methods of treatment of squamous cell carcinoma of the oral cavity

Метод лечения	Кошки, n = 157		Собаки, n = 153	
	абс. знач.	абс. знач., %	абс. знач.	абс. знач., %
Оперативное лечение	12	7,6	126	82,4
Лучевая терапия	23	14,6	125	81,7
Таргетная терапия «Сорафенибом»	88	56,1	76	49,7

Результаты анализа положительных ответов организма животных на различные методы лечения плоскоклеточной карциномы ротовой полости представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, лечение плоскоклеточной карциномы у собак имеет больше шансов на благоприятный исход по сравнению с кошками. Лечение животных осуществляли хирургически при условии, что новообразование локализуется в области нижней или верхней челюсти (максилэктомия, мандибулоэктомия) с предварительно проведенным КТ- или МРТ-исследованием.

Как показал анализ, у собак наблюдается хороший ответ на оперативное лечение (82,4%), рецидивирование составляет 0–50%, медиана выживаемости — 9–26 месяцев. У кошек почти отсутствует ответ на оперативное лечение (7,6%). Частичная глоссэктомия кошками переносится удовлетворительно, однако на практике ее редко проводят из-за частого расположения новообразования у корня языка. Тотальная (или субтотальная) резекция не рекомендована при лечении кошек ввиду анатомических особенностей, поскольку может привести к инвалидизации животного. Если же хирургическое вмешательство неизбежно, кошкам рекомендуется устанавливать гастростому (искусственно созданное отверстие в желудке с установкой специализированной системы для доставки корма). Прогноз в большинстве случаев неблагоприятный. Медиана выживаемости при хирургии составляет всего 45 дней.

У кошек почти отсутствует ответ на лучевую терапию (14,6%, медиана выживаемости 90 дней), в то время как у собак такое лечение имеет благоприятный исход (81,7%) при реализации протоколов облучения каждый день или через день в дозе 2,7–4,2 Гр на фракцию с общей дозой от 48 до 57 Гр. При помощи лучевой терапии у собак можно добиться долгосрочной ремиссии (медиана выживаемости 16–36 месяцев).

Таргетная терапия препаратом «Сорафениб» показала наличие эффективности лечения плоскоклеточного рака в большей степени у кошек (56,1%), нежели у собак (49,7%). Препарат вводился животным перорально в дозировке 3–10 мг/кг (в большинстве случаев использовалась дозировка 5 мг/кг).

Таким образом, у собак оптимальное лечение — оперативное вмешательство и лучевая терапия. Результаты можно улучшить, комбинируя лучевую терапию с хирургическим лечением, если это возможно. У кошек наиболее часто назначают таргетную терапию наряду с лучевой терапией и оперативным лечением.

Выводы/Conclusions

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Наблюдения показали, что наиболее часто плоскоклеточный рак у мелких домашних животных диагностируется как индуцированное явление после травматизации и последующего систематического нарушения целостности тканей.

2. Плоскоклеточную карциному довольно часто несвоевременно диагностируют, что усложняет процесс лечения, поскольку зачастую животные поступают в клинику на этапах, когда размеры новообразования не позволяют добиться эффективных результатов лечения.

3. На точность и полноту прогнозирования влияют такие факторы, как стадия рака, расположение опухоли, размер опухоли, наличие

метастазов и общее состояние здоровья организма животного.

4. Выбор лечения будет зависеть от локализации и степени инвазивности опухоли. В случае невозможности оперативного вмешательства на помощь могут прийти лучевая и таргетная терапия или их совокупность.

5. Лечение плоскоклеточной карциномы у собак имеет больше шансов на благоприятный исход по сравнению с кошками.

6. У кошек почти отсутствует ответ на оперативное лечение. Прогноз в большинстве случаев неблагоприятный. Медиана выживаемости при хирургии составляет всего 45 дней, при лучевой терапии — 90, в связи с чем наиболее часто назначают таргетную терапию наряду с лучевой терапией и оперативным лечением.

7. У собак наблюдается хороший ответ на оперативное лечение, рецидивирование составляет 0–50%, медиана выживаемости — 9–26 месяцев, при лучевой терапии — 16–36 месяцев. Общий прогноз при этом колеблется от умеренного до хорошего. У собак оптимальным лечением является оперативное вмешательство и (или) лучевая терапия.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Arzi B., Cissell D.D., Pollard R.E., Verstraete F.J.M. Regenerative approach to bilateral rostral mandibular reconstruction in a case series of dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015; 2: 4. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00004>
- Вильмис Д.А., Меликова Ю.Н., Чечнева А.В. Системное влияние онкологического процесса на организм собак. *Аграрная наука*. 2024; (10): 37–43. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-37-43>
- Чинаров В.И. Социально-экономическое значение животноводства. *Техника и технологии в животноводстве*. 2024; 14(4): 82–88. <https://elibrary.ru/lbvqsy>
- Заболоцкая Т.В., Штауфен А.В., Волков М.Ю. Применение инновационных технологий в управлении инфекциями в животноводстве. *Техника и технологии в животноводстве*. 2024; 14(1): 33–38. <https://doi.org/10.22314/27132064-2024-1-33>
- Генджиева О.Б., Гулюкин М.И. Сравнительный анализ распространения лейкоза крупного рогатого скота и злокачественных новообразований людей на территории РК. *Ветеринарная патология*. 2009; (3): 15–18. <https://elibrary.ru/oczgl>
- Хазипов Н.З., Вафин Р.Р., Шаева А.Ю., Зайнуллин Л.И. Трансформация клеток под действием вируса лейкоза крупного рогатого скота — реальный риск развития онкологических болезней человека. *Современные проблемы науки и образования*. 2013; (6): 1061. <https://elibrary.ru/rvddnh>
- Макаров В.В. Лейкоз крупного рогатого скота. *Российский ветеринарный журнал*. 2020; (2): 18–26. <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-2-18-26>
- Донник И.М. и др. Ликвидация лейкоза крупного рогатого скота в условиях промышленного производства. *Ветеринария Кубани*. 2021; (2): 3–8. <https://elibrary.ru/bycjpo>

REFERENCES

- Arzi B., Cissell D.D., Pollard R.E., Verstraete F.J.M. Regenerative approach to bilateral rostral mandibular reconstruction in a case series of dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015; 2: 4. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00004>
- Vilms D.A., Melikova Yu.N., Chechneva A.V. Systemic effect of the oncological process on the dog's body. *Agrarian science*. 2024; (10): 37–43 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-37-43>
- Chinarov V.I. Livestock's socio-and-economical importance. *Machinery and technologies in livestock*. 2024; 14(4): 82–88 (in Russian). <https://elibrary.ru/lbvqsy>
- Zabolotskaya T.V., Staufen A.V., Volkov M.Yu. Application of innovative technologies at infection's management in livestock. *Machinery and technologies in livestock*. 2024; 14(1): 33–38 (in Russian). <https://doi.org/10.22314/27132064-2024-1-33>
- Gendjeva O.B., Gulyukin M.I. Comparative analysis of the spread of bovine leukemia and malignant neoplasms in humans on the territory of the Republic of Kalmykia. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2009; (3): 15–18 (in Russian). <https://elibrary.ru/oczgl>
- Khazipov N.Z., Vafin R.R., Shaeva A.Yu., Zaynullin L.I. Transformation of cells under the influence of bovine leukemia virus is a real risk of developing the oncological diseases in humans. *Modern problems of science and education*. 2013; (6): 1061 (in Russian). <https://elibrary.ru/rvddnh>
- Makarov V.V. Enzootic bovine leucosis. *Russian veterinary journal*. 2020; (2): 18–26 (in Russian). <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-2-18-26>
- Donnik I.M. et al. Elimination of bovine leukemia in industrial production conditions. *Veterinaria Kubani*. 2021; (2): 3–8 (in Russian). <https://elibrary.ru/bycjpo>

9. Утяшев И.А. и др. Злокачественные немеланоцитарные опухоли кожи (базальноклеточный рак кожи, плоскоклеточный рак кожи, карцинома Меркеля). *Злокачественные опухоли*. 2024; 14(3s2): 330–366.
<https://doi.org/10.18027/2224-5057-2024-14-3s2-1.2-13>

10. Самойлова С.И., Сукорцева Н.С., Самойлова О.В., Демура Т.А., Решетов И.В., Диденко М.И. Клинико-морфологическая классификация плоскоклеточных карцином полости рта и ротоглотки на основе фенотипических предикторов. *Голова и шея*. 2024; 12(2): 47–55.
<https://doi.org/10.25792/HN.2024.12.2.47-55>

11. Епишкина А.А., Авдальян А.М., Гребенкин Е.В., Кобыakov Д.С., Проценко Д.Н., Зайратьянц О.В. Морфологическая оценка сосудистого микроокружения плоскоклеточных карцином легкого. *Клиническая и экспериментальная морфология*. 2022; 11(2): 54–62.
<https://doi.org/10.31088/CEM2022.11.2.54-62>

12. Дубова Е.А., Шехтер М.А., Павлов К.А. Плоскоклеточная карцинома поджелудочной железы: два клинических наблюдения. *Клиническая и экспериментальная морфология*. 2024; 13(3): 79–84.
<https://doi.org/10.31088/CEM2024.13.3.79-84>

13. Полатова Д.Ш., Наврузова В.С. Молекулярно-генетические особенности плоскоклеточной карциномы вульвы в зависимости от ВПЧ-статуса. *Журнал теоретической и клинической медицины*. 2022; (2): 99–103.
<https://elibrary.ru/nmvfah>

14. Гречко В.В., Овчинников Д.К. Цитологическая диагностика и хирургическое лечение плоскоклеточной карциномы головки полового члена у собаки. *Молочнохозяйственный вестник*. 2022; (1): 60–72.
https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_3_60

15. Моисеенко Т.И., Непомнящая Е.М., Шаталова С.В., Адамян М.Л. Клинико-эпидемиологические и морфологические особенности плоскоклеточной эндометриоидной карциномы матки. *Вопросы онкологии*. 2023; 69(3S): 79–80.
<https://elibrary.ru/lfvthw>

16. Паратовская А.А., Агапов М.Ю., Алексеева Д.А., Алешина Н.В., Савостьянов Т.Ф. Редкий клинический случай: метастаз плоскоклеточной карциномы надгортанника в брюшную полость. *Российская оториноларингология*. 2023; 22(3): 82–85.
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-3-82-85>

17. Вильмис Д.А., Меликова Ю.Н., Чечнева А.В. Ретроспективный анализ данных о распространенности злокачественных новообразований у собак и кошек. *Аграрная наука*. 2024; (8): 40–45.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-40-45>

18. Михалев Д.Е., Байдик О.Д., Мухамедов М.Р., Александров Г.О. Роль вируса папилломы человека в развитии потенциально злокачественных заболеваний и плоскоклеточных карцином слизистой оболочки полости рта. *Российский стоматологический журнал*. 2022; 26(3): 267–276.
<https://doi.org/10.17816/1728-2802-2022-26-3-267-276>

19. Волгарева Г.М. Папилломавирусный канцерогенез. Основные достижения и некоторые проблемы. Часть 1. Общие представления о папилломавирусах. Формы рака, ассоциированные с вирусами папилломы человека. *Российский биотерапевтический журнал*. 2020; 19(1): 6–12.
<https://doi.org/10.17650/1726-9784-2019-19-1-6-12>

20. Волгарева Г.М. Папилломавирусный канцерогенез. Основные достижения и некоторые проблемы. Часть 2. ВПЧ-ассоциированные формы рака в России. Профилактические ВПЧ-вакцины. *Российский биотерапевтический журнал*. 2020; 19(2): 31–38.
<https://doi.org/10.17650/1726-9784-2019-19-2-31-38>

ОБ АВТОРАХ

Юлия Олеговна Ляшук¹

кандидат технических наук,
научный сотрудник
ularzn@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

Кирилл Игоревич Романов²

кандидат биологических наук,
доцент кафедры анатомии
и физиологии животных
kirill.romanov1993@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1606-7504>

9. Utyashev I.A. et al. Malignant non-melanocytic skin tumors (basal cell skin cancer, squamous cell skin cancer, Merkel cell carcinoma). *Malignant Tumors*. 2024; 14(3s2): 330–366 (in Russian).
<https://doi.org/10.18027/2224-5057-2024-14-3s2-1.2-13>

10. Samoylova S.I., Sukortseva N.S., Samoylova O.V., Demura T.A., Reshetov I.V., Didenko M.I. Clinical and morphologic classification of squamous cell carcinomas of the oral cavity and oropharynx based on phenotypic and genotypic predictors. *Head and Neck*. 2024; 12(2): 47–55 (in Russian).
<https://doi.org/10.25792/HN.2024.12.2.47-55>

11. Epishkina A.A., Avdalyan A.M., Grebenkin E.V., Kobayakov D.S., Protsenko D.N., Zayratyants O.V. Morphological assessment of the vascular microenvironment of squamous cell carcinomas of lung. *Clinical and experimental morphology*. 2022; 11(2): 54–62 (in Russian).
<https://doi.org/10.31088/CEM2022.11.2.54-62>

12. Dubova E.A., Shehter M.A., Pavlov K.A. Squamous cell carcinoma of the pancreas: two case reports. *Clinical and experimental morphology*. 2024; 13(3): 79–84 (in Russian).
<https://doi.org/10.31088/CEM2024.13.3.79-84>

13. Polatova D.Sh., Navruzova V.S. Molecular genetic features of squamous cell carcinoma of the vulva depending on HPV status. *Jurnali Nazariy va Klinik Tibbiyot*. 2022; (2): 99–103 (in Russian).
<https://elibrary.ru/nmvfah>

14. Grechko V.V., Ovchinnikov D.K. Cytological diagnosis and surgical treatment of squamous cell carcinoma of glans penis in dogs. *Molochnohozyaystvenny Vestnik*. 2022; (1): 60–72 (in Russian).
https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_3_60

15. Moiseenko T.I., Nepomnyashchaya E.M., Shatalova S.V., Adamyam M.L. Clinical, epidemiological and morphological features of squamous cell endometrioid carcinoma of the uterus. *Problems in oncology*. 2023; 69(3S): 79–80 (in Russian).
<https://elibrary.ru/lfvthw>

16. Paratovskaya A.A., Agapov M.Yu., Alekseeva D.A., Aleshina N.V., Savostyanov T.F. Rare clinical case: peritoneal metastasis of squamous cell carcinoma of epiglottitis. *Russian Otorhinolaryngology*. 2023; 22(3): 82–85 (in Russian).
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-3-82-85>

17. Vilms D.A., Melikova Yu.N., Chechneva A.V. Retrospective analysis of data on the prevalence of malignant neoplasms in dogs and cats. *Agrarian science*. 2024; (8): 40–45 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-40-45>

18. Mikhalev D.E., Baydik O.D., Mukhamedov M.R., Aleksandrov G.O. The role of human papilloma virus in the development of potentially malignant diseases and squamous cell carcinomas of the oral mucosa. *Russian Journal of Dentistry*. 2022; 26(3): 267–276 (in Russian).
<https://doi.org/10.17816/1728-2802-2022-26-3-267-276>

19. Volgareva G.M. Papillomaviral carcinogenesis. Major achievements and certain challenges. Part I. General notions of papillomaviruses. Human papillomaviruses-associated cancers. *Russian Journal of Biotherapy*. 2020; 19(1): 6–12 (in Russian).
<https://doi.org/10.17650/1726-9784-2019-19-1-6-12>

20. Volgareva G.M. Papillomaviral carcinogenesis. Major achievements and certain challenges Part 2. HPV-associated cancers in Russia. Preventive HPV vaccines. *Russian Journal of Biotherapy*. 2020; 19(2): 31–38 (in Russian).
<https://doi.org/10.17650/1726-9784-2019-19-2-31-38>

ABOUT THE AUTHORS

Yulia Olegovna Lyashchuk¹

Candidate of Technical Sciences,
Researcher
ularzn@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

Kirill Igorevich Romanov²

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department
of Anatomy and Physiology of Animals
kirill.romanov1993@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1606-7504>

Константин Александрович Иванищев²

кандидат ветеринарных наук,
доцент кафедры анатомии
и физиологии животных
konstantinivanishev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0535-4070>

Арина Владиславовна Курматова³

ассистент хирурга
arinakurmatova@yandex.ru

Геннадий Николаевич Самарин¹

доктор технических наук, главный научный
сотрудник, заведующий лабораторией
samaringn@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Россия

²Рязанский государственный агротехнологический
университет им. П.А. Костычева,
ул. им. Костычева, 1, Рязань, 390044, Россия

³Ветеринарная клиника «Доктор Вет»,
ул. Новоселов, 37, Рязань, 390048, Россия

Konstantin Alexandrovich Ivanishchev²

Candidate of Veterinary Sciences,
Associate Professor of the Department
of Anatomy and Physiology of Animals
konstantinivanishev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0535-4070>

Arina Vladislavovna Kurmatova³

Assistant Surgeon
arinakurmatova@yandex.ru

Gennady Nikolayevich Samarin¹

Doctor of Technical Sciences,
Chief Researcher, Head of Laboratory
samaringn@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5 1st Institutsky proezd, Moscow, 109428, Russia

²Ryazan State Agrotechnological University
named after P.A. Kostychev,
1 Kostychev Str., Ryazan, 390044, Russia

³Veterinary clinic "Doctor Vet",
37 Novoselov Str., Ryazan, 390048, Russia

Трибуна для тех,
кто стремится быть первым

iagri 15-17
ОКТАБРЯ
2025

Санкт_Петербург | ExpoForum

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ИННОВАЦИЙ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**



Продемонстрируйте свои решения тем, кто готов
их внедрить уже сегодня, и будьте лицом инноваций!



Организатор:

АЕ АГРОС
ЭКСПО
ГРУПП

iagri@agros-expo.com
+7 (495) 128-29-59

iagri-expo.com

Ю.А. Ватников ✉

В.М. Бяхова

О.А. Петрухина

Е.А. Нотина

Е.А. Кротова

В.И. Семёнова

Российский университет
дружбы народов им. Патриса
Лумумбы, Москва, Россия

✉ vatnikov_yu@rudn.ru

Поступила в редакцию: 07.03.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Ватников Ю.А., Бяхова В.М.,
Петрухина О.А., Нотина Е.А.,
Кротова Е.А., Семёнова В.И.

Yuri A. Vatinikov ✉

Varvara M. Byakhova

Olesya A Petrukhnina

Elena A. Notina

Elena A. Krotova

Valentina I. Semenova

Patrice Lumumba Peoples' Friendship
University of Russia, Moscow, Russia

✉ vatnikov_yu@rudn.ru

Received by the editorial office: 07.03.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Vatinikov Yu.A., Byakhova V.M.,
Petrukhnina O.A., Notina E.A.,
Krotova E.A., Semenova V.I.

Патогенетические факторы возникновения и прогрессирования кардиоренального синдрома у кошек

РЕЗЮМЕ

В данной статье рассматриваются вопросы изучения патогенетических коррелятивных связей между разнообразными клинико-лабораторными параметрами у кошек, больных кардиоренальным синдромом. Отмечена достоверная корреляция между уровнем креатининемии и частотой пульса ($r = 0,4$), частотой дыхания ($r = 0,7$), частотой дыхания во сне ($r = 0,6$), систолическим ($r = 0,3$), диастолическим ($r = 0,3$), средним артериальным давлением ($r = 0,3$), продолжительностью комплекса QRS на ЭКГ ($r = 0,5$), интервала QT ($r = 0,3$), вольтажом зубца P ($r = 0,3$) и R во втором стандартном отведении ($r = 0,4$), размером левого предсердия на ЭХО-КГ ($r = 0,7$), толщиной межжелудочковой перегородки в диастолу ($r = 0,7$), толщиной свободной стенки левого желудочка в диастолу ($r = 0,6$), конечно-диастолическим размером ($r = -0,6$; $p \leq 0,05$), конечно-систолическим размером камеры левого желудочка ($r = -0,5$), сывороточной активностью аланиновой аминотрансферазы ($r = 0,5$), лактатдегидрогеназы ($r = 0,6$), аспарагиновой аминотрансферазы ($r = 0,7$), креатининфосфокиназы ($r = 0,7$), сердечного тропонина ($r = 0,5$), концентрации в сыоротке крови мочевины ($r = 0,7$), кетоновых тел ($r = 0,7$), малонового диальдегида ($r = 0,7$), диеновых конъюгатов ($r = 0,7$), церулоплазмина ($r = 0,6$), активностью супероксиддисмутазы ($r = -0,5$), каталазы ($r = -0,7$), глутатионпероксидазы ($r = -0,6$). В организме кошек, больных кардиоренальным синдромом, происходит активизация симпатoadренальной системы, процессов ремоделирования миокарда в виде концентрической гипертрофии, оксидативного стресса и повреждения клеточных мембран кардиомиоцитов и других клеток организма, при этом происходят увеличение массы и количества кардиомиоцитов, нарушение диастолической функции миокарда, возникает синдром повреждения клеточных мембран сердечных клеток, развивается прогрессирующая преренальная азотемия на фоне хронической декомпенсации органов кровообращения. Изменения в коррелятивных патогенетических связях между клиническими и лабораторными показателями у больных кардиоренальным синдромом кошек можно рассматривать как предикторы более злокачественного течения патологического процесса.

Ключевые слова: кардиоренальный синдром, патогенез, корреляция, кошки, гипертрофическая кардиомиопатия

Для цитирования: Ватников Ю.А., Бяхова В.М., Петрухина О.А., Нотина Е.А., Кротова Е.А., Семёнова В.И. Патогенетические факторы возникновения и прогрессирования кардиоренального синдрома у кошек. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 56–62. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-56-62>

Pathogenetic factors of occurrence and progression of cardiorenal syndrome in cats

ABSTRACT

This article examines the issues of studying pathogenetic correlative links between various clinical and laboratory parameters in cats with cardiorenal syndrome. A significant correlation was found between the level of creatininemia and the pulse rate ($r = 0.4$), respiratory rate ($r = 0.7$), sleep breathing rate ($r = 0.6$), systolic ($r = 0.3$), diastolic ($r = 0.3$), mean arterial pressure ($r = 0.3$), QRS complex duration ($r = 0.5$), QT interval ($r = 0.3$), P wave voltage ($r = 0.3$) and R in the second standard lead ($r = 0.4$), left atrium size ($r = 0.7$), interventricular septum thickness in diastole ($r = 0.7$), left ventricular free wall thickness in diastole ($r = 0.6$), end-diastolic size ($r = -0.6$; $p \leq 0.05$), end-systolic size of the left ventricular chamber ($r = -0.5$), serum alanine aminotransferase ($r = 0.5$), lactate dehydrogenase ($r = 0.6$), aspartic aminotransferase ($r = 0.7$), creatinine phosphokinase ($r = 0.7$), cardiac troponin ($r = 0.5$), serum concentration of urea ($r = 0.7$), ketone bodies ($r = 0.7$), malondialdehyde ($r = 0.7$), diene conjugates ($r = 0.7$), ceruloplasmin ($r = 0.6$), superoxide dismutase activity ($r = -0.5$), catalase ($r = -0.7$), glutathione peroxidase ($r = -0.6$). In the body of cats with cardiorenal syndrome, there is an activation of the sympathoadrenal system, myocardial remodeling processes in the form of concentric hypertrophy, oxidative stress and damage to the cell membranes of cardiomyocytes and other cells of the body, while there is an increase in the mass and number of cardiomyocytes, a violation of the diastolic function of the myocardium, a syndrome of damage to the cell membranes of cardiac cells occurs, progressive prerenal azotemia develops against the background of chronic decompensation of the circulatory organs. Changes in the correlative pathogenetic relationships between clinical and laboratory parameters in cats with cardiorenal syndrome can be considered as predictors of a more malignant course of the pathological process.

Key words: cardiorenal syndrome, pathogenesis, correlation, cats, hypertrophic cardiomyopathy

For citation: Vatinikov Yu.A., Byakhova V.M., Petrukhnina O.A., Notina E.A., Krotova E.A., Semenova V.I. Pathogenetic factors of occurrence and progression of cardiorenal syndrome in cats. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 56–62 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-56-62>

Введение/Introduction

Хроническая недостаточность органов кровообращения и мочеотделения остается актуальной проблемой в ветеринарии и медицине человека в связи с их широкой распространенностью, чрезвычайно тяжелым течением, высокой вероятностью фатальных осложнений [1–4]. Ежегодно на территории Российской Федерации регистрируют огромное количество случаев заболеваний у кошек, сопровождающихся сердечной недостаточностью и (или) хронической болезнью почек [5, 6].

Следует отметить, что реальная заболеваемость животных кардиомиопатиями и хронической болезнью почек может быть гораздо выше в связи с феноменом внезапной смерти [7–10]. Развитие стойкого нарушения функций почек на фоне первичной недостаточности органов кровообращения в ветеринарии и медицине характеризуют как развитие кардиоренального синдрома [1, 4]. При этом как множество аспектов патогенеза, так саногенетические характеристики при кардиоренальном синдроме у домашних кошек, нивелирование которых позволит улучшить параметры эффективности терапевтических мероприятий и существенно снизить частоту госпитализации.

Цель данной работы — установить патогенетические коррелятивные связи между клиническими, лабораторными и инструментальными показателями у больных кардиоренальным синдромом кошек, связанных с осложнением в виде преренальной азотемии.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Клинико-инструментальные и лабораторные исследования проведены на протяжении 2023–2025 гг. в ветеринарном центре «Эпиона» (г. Москва). Объектом исследования были кошки, больные кардиоренальным синдромом, который возник на фоне первичной кардиомиопатии (гипертрофический фенотип), по мере поступления их в ветеринарный центр. Подбор больных кошек осуществляли, применяя комплексную методологию, с использованием четко обозначенных критериев включения и исключения.

Критерий включения больных кардиоренальным синдромом кошек в исследование — наличие клинико-лабораторных, эхокардиографических, рентгенографических признаков концентрической гипертрофии миокарда левого желудочка или дилатации левого предсердия, а также наличие коморбидности в виде стойкой гиперкреатининемии (более 200 мкмоль/л). Критерии исключения — другие разновидности кардиомиопатий, паразитарные, инфекционные заболевания (вирусная лейкемия, иммунодефицит кошек,

инфекционный перитонит, гемотропный микоплазмоз), высокая легочная гипертензия, некардиогенный отек легких, неоплазии или патологии респираторного тракта.

Диагностический поиск при гипертрофической осуществляли комплексно с учетом анализа клинико-анамнестических данных, физикальной диагностики, биохимического анализа крови, рентгенографии (EcoRay Orange-1060HF, Южная Корея) и эхокардиографии (Mindray DC-60, Китай) [9]. Физикальное обследование больных кардиоренальным синдромом кошек осуществляли методами осмотра, термометрии, пальпации, перкуссии, аускультации [8, 9]. По критериям включения и исключения в исследование включены 25 кошек, больных кардиоренальным синдромом. Для изучения патогенетических характеристик кардиоренального синдрома у кошек проводили построение матрицы интеркорреляций клинико-лабораторных и инструментальных показателей [12].

Биохимические показатели сыворотки крови исследовали на аппарате URIT-880 Vet (Китай) с использованием унифицированных наборов диагностикумов [15–17]. Степень кетонемии оценивали при помощи FreeStyle Optimum Xceed (Abbott Diabetes Care, США); оксидативный стресс — коммерческими наборами Antioxidant Reagents (RANDOX Laboratories Ltd, Соединённое Королевство) на спектрофотометре (UNICO-WFT2100, United products & instruments, США) [16–18].

Статистическую обработку данных проводили с помощью Statistica 7.0 по методологии Шапиро — Уилка (оценка нормальности распределения) и тесту Спирмена (корреляционный анализ непараметрических данных) [19, 20]. Наличие корреляций определяли в непараметрической статистике, а статистическую значимость идентифицировали достаточной при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Корреляционный анализ, проведенный по методу Спирмена, позволил построить матрицу клинических параметров у кошек, больных кардиоренальным синдромом, в зависимости от степени креатининемии (табл. 1).

Из представленных данных (табл. 1) можно констатировать тот факт, что у кошек, больных кардиоренальным синдромом, показатель сывороточной концентрации креатинина статистически значимо отрицательно коррелировал с температурой тела ($r = -0,7$; $p \leq 0,05$). При этом положительная корреляция отмечена между уровнем креатининемии и частотой пульса ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$), частотой дыхания ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), частотой дыхания во сне ($r = 0,6$; $p \leq 0,05$), САД ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$), ДАД ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$), СрАД ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$).

Температура тела у кошек, больных кардиоренальным синдромом, отрицательно коррелировала с частотой пульса ($r = -0,5$; $p \leq 0,05$), дыхания ($r = -0,8$; $p \leq 0,05$), дыхания во сне ($r = -0,7$;

Таблица 1. Матрица корреляций Спирмена (r) общеклинических показателей у кошек при кардиоренальном синдроме в зависимости от степени гиперкреатинемии

Table 1. Spearman correlation matrix (r) of general clinical parameters in cats with cardiorenal syndrome depending on the degree of hypercreatinemia

Параметр	температура	Пульс	Дыхание	Дыхание _{сон}	САД	ДАД	СрАД	Креатинин
Температура	1,0	-0,5*	-0,8	-0,7*	-0,4*	-0,4*	-0,4*	-0,7*
Пульс	-0,5*	1,0	0,5*	0,4*	0,4*	0,3*	0,4*	0,4*
Дыхание	-0,8*	0,5*	1,0	0,8*	0,5*	0,5*	0,5*	0,7*
Дыхание _{сон}	-0,7*	0,5*	0,8*	1,0	0,4*	0,5*	0,5*	0,6*
САД	-0,4*	0,4*	0,5*	0,4*	1,0	0,8*	0,9*	0,3*
ДАД	-0,4*	0,3*	0,5*	0,5*	0,8*	1,0	0,9*	0,3*
СрАД	-0,4*	0,4*	0,5*	0,5*	0,9*	0,9*	1,0	0,3*
Креатинин	-0,7*	0,4*	0,7*	0,6*	0,3*	0,3*	0,3*	1,0

Примечание: * уровень статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена ($p \leq 0,05$), дыхание_{сон} — частота дыхания во сне; САД — систолическое давление крови, ДАД — диастолическое давление крови, СрАД — среднее давление крови.

$p \leq 0,05$), САД ($r = -0,3$; $p \leq 0,05$), ДАД ($r = -0,3$; $p \leq 0,05$), СрАД ($r = -0,3$; $p \leq 0,05$). Частота пульса положительно коррелировала с частотой дыхания ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), дыхания во сне ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$), САД ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$), ДАД ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$), СрАД ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$).

В механизмах развития и прогрессирования кардиоренальных осложнений у кошек происходит снижение перфузии почек на фоне нарушения системного кровообращения, что обуславливает развитие преренальной азотемии [4, 13, 20]. Очевидно, что активизация симпатoadренальной системы обеспечивает стимуляцию функции дыхания, частоты сердцебиений и уровня артериального давления и является важнейшим звеном адаптационно-компенсаторных реакций на начальных стадиях болезни, однако при истощении физиологических возможностей превращается в важнейший патогенетический фактор прогрессирования кардиоренального синдрома у кошек. Клинически важным является раннее выявление гипотермии, которая является неблагоприятным фактором прогрессирования кардиоренального континуума у домашних кошек.

В дальнейшем был осуществлен анализ матрицы коэффициентов корреляций электрокардиографических показателей кошек при кардиоренальном синдроме в зависимости от степени гиперкреатинемии (табл. 2).

Установлено, что в организме животных (табл. 2) в рамках патогенеза развития и прогрессирования кардиоренального синдрома формируются статистически значимые множественные связи между

основными электрокардиографическими детерминантами. Так, верифицирована положительная корреляционная связь между показателем сывороточной концентрации креатинина и продолжительностью комплекса QRS ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), интервала QT ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$), вольтажом зубца P ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$) и R во втором стандартном отведении ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$).

У больных кардиоренальным синдромом кошек констатируется наличие статистически значимых коррелятивных связей между продолжительностью PQ и вольтажом PII ($r = -0,3$; $p \leq 0,05$), продолжительностью QRS и вольтажом RII ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$), продолжительностью QT и вольтажом зубца P ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$) и R во втором стандартном отведении ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$).

При кардиоренальном синдроме у домашних кошек формируется ремоделирование миокарда в виде концентрической гипертрофии, при этом происходит увеличение массы и количества кардиомиоцитов, которые суммарно генерируют больший вектор электродвижущей силы, что и приводит к повышению вольтажа зубцов R и продолжительности желудочкового комплекса. Изменения продолжительности атриовентрикулярной проводимости и электрической систолы, по мнению авторов, происходят на фоне повышения активности симпатoadренальной системы и вторичного изменения уровня метаболизма в кардиомиоцитах.

Результаты корреляционного анализа Спирмена эхокардиографических параметров у больных кардиоренальным синдромом в зависимости от

Таблица 2. Матрица корреляций Спирмена (r) электрокардиографических показателей у кошек при кардиоренальном синдроме в зависимости от степени гиперкреатинемии

Table 2. Spearman correlation matrix (r) of electrocardiographic parameters in cats with cardiorenal syndrome depending on the degree of hypercreatinemia

Параметр	Продолжительность, P	Продолжительность, PQ	Продолжительность, QRS	Продолжительность, QT	Вольтаж, PII	Вольтаж, RII	Вольтаж, TII	Вольтаж, ST	Креатинин
Продолжительность, P	1,0	-0,1	0,1	0,1	0	0,1	0	-0,1	0,2
Продолжительность, PQ	-0,1	1,0	0,1	-0,2	-0,3*	0	0,1	0,1	-0,3*
Продолжительность, QRS	0,1	0,1	1,0	0,1	0,2	0,4*	0,2	-0,1	0,5*
Продолжительность, QT	0,1	-0,2	0,1	1,0	0,3*	0,3*	0	-0,2	0,3*
Вольтаж, PII	0	-0,3*	0,2	0,3*	1,0	0,4*	0,1	0	0,3*
Вольтаж, RII	0,1	0	0,4*	0,3*	0,4*	1,0	0,1	0	0,4*
Вольтаж, TII	0	0,1	0,2	0	0,1	0,1	1,0	0	0,1
Вольтаж, ST	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	0	0	0	1,0	0
Креатинин	0,2	-0,3*	0,5*	0,3*	0,3*	0,4*	0,1	0	1,0

Примечание: * уровень статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена ($p \leq 0,05$).

концентрации в сыворотке крови креатинина приведены в таблице 3.

Установлено, что у кошек, больных кардиоренальным синдромом (табл. 3), формируются множественные статистически значимые корреляционные патогенетические связи между уровнем креатининемии и эхокардиографическими параметрами, а именно: размером ЛП ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), толщиной МЖПд ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), толщиной СЛЖд ($r = 0,6$; $p \leq 0,05$), КДР ($r = -0,6$; $p \leq 0,05$), КСР ($r = -0,5$; $p \leq 0,05$).

Таким образом, прогрессирование азотемии у больных кардиоренальным синдромом кошек негативно влияет на структурно-функциональные характеристики сердечно-сосудистой системы: у животных прогрессируют дилатация левого предсердия и степень концентрической гипертрофии миокарда левого желудочка, что негативно сказывается на параметрах его податливости и наполнения в фазу диастолы.

Был установлен ряд других важных корреляционных связей: ЛВ с ПВЛА (отрицательная; $r = -0,3$; $p \leq 0,05$), ЛП (положительная; $r = -0,6$; $p \leq 0,05$), МЖПд (положительная; $r = -0,6$; $p \leq 0,05$), СЛЖд (положительная; $r = -0,6$; $p \leq 0,05$), КДР (отрицательная; $r = -0,5$; $p \leq 0,05$), КСР (отрицательная; $r = -0,5$; $p \leq 0,05$); ЛП с МЖПд (положительная; $r = -0,7$; $p \leq 0,05$), СЛЖд (положительная; $r = -0,7$; $p \leq 0,05$), КДР (отрицательная; $r = -0,6$; $p \leq 0,05$), КСР (отрицательная; $r = -0,4$; $p \leq 0,05$); МЖПд и СЛЖд (положительная; $r = -0,9$; $p \leq 0,05$), КДР и КСР (положительная; $r = 0,6$; $p \leq 0,05$).

Застойные явления в легочной вене ассоциируются с ухудшением притока крови в легочную артерию, что можно объяснить тенденцией к развитию прекапиллярной легочной гипертензии. Гипертрофия стенок сердца при кардиоренальном синдроме у кошек происходит симметрично со стороны межжелудочковой перегородки и свободной стенки левого желудочка. Степень дилатации левого предсердия связана с величиной концентрической гипертрофии левого желудочка и ассоциирована с его контрактильными и диастолическими характеристиками.

В результате корреляционного анализа Спирмена (табл. 4) установлены патогенетические связи между показателем креатининемии у больных кошек и сывороточной активностью АЛТ ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), ЛДГ ($r = 0,6$; $p \leq 0,05$), АСТ ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), КФК ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), сердечного тропонина ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), мочевины ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$) и кетоновыми телами ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$).

Были идентифицированы множественные статистически значимые корреляционные связи между биохимическими параметрами сыворотки крови у больных кошек: АЛТ и ЛДГ ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$), АСТ ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), КФК ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$); тропонином ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), мочевиной ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), кетоновыми телами ($r = 0,3$; $p \leq 0,05$); тропонином и КФК ($r = 0,5$; $p \leq 0,05$), мочевиной ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), кетоновыми телами ($r = 0,4$; $p \leq 0,05$).

Таблица 3. Матрица корреляций Спирмена (r) эхокардиографических показателей у кошек при кардиоренальном синдроме в зависимости от степени гиперкреатинемии

Table 3. Spearman correlation matrix (r) of echocardiographic parameters in cats with cardiorenal syndrome depending on the degree of hypercreatinemia

Параметр	ЛВ	ПВЛА	ЛП	Ао	МЖПд	СЛЖд	КДР	КСР	Креатинин
ЛВ	1,0	-0,3*	0,6*	0,1	0,6*	0,6*	-0,5*	-0,5*	0,5*
ПВЛА	-0,3*	1,0	-0,2	0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,2	-0,2
ЛП	0,6*	-0,2	1,0	0,1	0,7*	0,7*	-0,6*	-0,4*	0,7*
Ао	0,1	0,1	0,1	1,0	0	0	0	0	0
МЖПд	0,6*	-0,2	0,7*	0	1,0	0,9*	-0,7*	-0,5*	0,7*
СЛЖд	0,6*	-0,2	0,7*	0	0,9*	1,0	-0,6*	-0,5*	0,6*
КДР	-0,5*	0,1	-0,6*	0	-0,7*	-0,6*	1,0	0,6*	-0,6*
КСР	-0,5*	0,2	-0,4*	0	-0,5*	-0,5*	0,6*	1,0	-0,5*
Креатинин	0,5*	-0,2	0,7*	0	0,7*	0,6*	-0,6*	-0,5*	1,0

Примечание: * уровень статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена ($p \leq 0,05$), ЛВ — диаметр легочной вены, ПВЛА — диаметр легочной артерии (правая ветвь), ЛП — размер левого предсердия, Ао — диаметр аорты, МЖПд — диастолический размер межжелудочковой перегородки, СЛЖд — диастолический размер стенки, КДР — конечно-диастолический размер, КСР — конечно-систолический размер левого желудочка.

Таблица 4. Матрица корреляций Спирмена (r) биохимических показателей сыворотки крови у кошек при кардиоренальном синдроме

Table 4. Spearman correlation matrix (r) of serum biochemical parameters in cats with cardiorenal syndrome

Параметр	АЛТ	ЛДГ	АСТ	КФК	Тропонин	Мочевина	Креатинин	Кетоновые тела	Альбумин
АЛТ	1,0	0,4*	0,5*	0,5*	0,5*	0,5*	0,5*	0,3*	0
ЛДГ	0,4*	1,0	0,6*	0,7*	0,6*	0,6*	0,6*	0,4*	-0,2
АСТ	0,5*	0,6*	1,0	0,7*	0,6*	0,7*	0,7*	0,5*	-0,2
КФК	0,5*	0,7*	0,7*	1,0	0,5*	0,7*	0,7*	0,6*	-0,2
Тропонин	0,5*	0,6*	0,6*	0,5*	1,0	0,6*	0,5*	0,4*	-0,1
Мочевина	0,5*	0,6*	0,7*	0,7*	0,6*	1,0	0,7*	0,6*	-0,3*
Креатинин	0,5*	0,6*	0,7*	0,7*	0,5*	0,7*	1,0	0,7*	-0,2
Кетоновые тела	0,3*	0,4*	0,5*	0,6*	0,4*	0,6*	0,7*	1,0	-0,3*
Альбумин	0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,3*	-0,2	-0,3*	1,0

Примечание: * уровень статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена ($p \leq 0,05$), АЛТ — аланиновая аминотрансфераза, ЛДГ — лактатдегидрогеназа, АСТ — аспарагиновая аминотрансфераза, КФК — креатинфосфокиназа.

Тенденцию к гипоальбуминемии, кетонемии у кошек, больных кардиоренальным синдромом, можно объяснить формированием вторичных метаболических нарушений на фоне выраженного эндотоксикоза. Повышение сывороточной активности АСТ, КФК, ЛДГ и концентрации тропонина связано с синдромом повреждения клеточных мембран сердечных клеток, концентрации креатинина — с развитием преренальной азотемии на фоне хронической декомпенсации органов кровообращения.

Матричным корреляционным анализом по методологии Спирмена (табл. 5) установлены патогенетические связи между биохимическими показателями состояния перекисного окисления жиров и антиоксидантной системы у кошек, больных кардиоренальным синдромом.

Установлены статистически значимые связи между показателями сывроточной концентрации креатинина и малонового диальдегида ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), диеновых конъюгатов ($r = 0,7$; $p \leq 0,05$), церулоплазмينا ($r = 0,6$; $p \leq 0,05$), активностью супероксиддисмутазы ($r = -0,5$; $p \leq 0,05$), каталазы ($r = -0,7$; $p \leq 0,05$), глутатионпероксидазы ($r = -0,6$; $p \leq 0,05$).

Концентрация малонового диальдегида в сыворотке крови у кошек при кардиоренальном синдроме достоверно коррелировала с концентрацией церулоплазмينا, диеновых конъюгатов, активностью супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы; концентрация церулоплазмينا — с концентрацией диеновых конъюгатов, с активностью супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы; сывороточная активность супероксиддисмутазы — с активностью глутатионпероксидазы и концентрацией диеновых конъюгатов.

Очевидно, что процессы окислительного стресса, связанные с избыточным синтезом активных форм кислорода при одновременном снижении функционального состояния системы антиоксидантной защиты, играют важную роль в патофизиологии сердечного ремоделирования, хронической сердечной недостаточности и кардиоренального синдрома у домашних кошек.

Указанные выше изменения инициируют каскад тонких изменений во внутриклеточных метаболических путях, окислительно-восстановительном потенциале органелл и вызывают клеточную дисфункцию и повреждение клеточных мембран кардиомиоцитов, нефроцитов и других клеток организма больных животных.

Выводы/Conclusions

В организме кошек, больных кардиоренальным синдромом, формируются стойкие интеркоррелятивные связи между показателем сывроточной концентрации креатинина и частотой пульса, дыхания, систолическим, диастолическим, средним артериальным давлением, продолжительностью желудочкового комплекса на электрокардиограммах, интервала QT, вольтажом предсердного и желудочкового зубца во втором стандартном отведении, размером

Таблица 5. Матрица корреляций Спирмена (r) показателей сыворотки крови, характеризующих процессы перекисного окисления липидов и состояние системы антиоксидантной защиты, у кошек при кардиоренальном синдроме

Table 5. Spearman correlation matrix (r) of blood serum parameters characterizing lipid peroxidation processes and the state of the antioxidant defense system in cats with cardiorenal syndrome

Параметр	Креатинин	Малоновый диальдегид	Церулоплазмин	Супероксиддисмутаза	Каталаза	Глутатионредуктаза	Глутатионпероксидаза	Диеновые конъюгаты
Креатинин	1,0	0,7*	0,6*	-0,5*	-0,7*	0,1	-0,6*	0,7*
Малоновый диальдегид	0,7*	1,0	0,6*	-0,6*	-0,8*	0,1	-0,6*	0,7*
Церулоплазмин	0,6*	0,6*	1,0	-0,3*	-0,6*	0,2	-0,5*	0,5*
Супероксиддисмутаза	-0,5*	-0,6*	-0,3*	1,0	0,6*	0	0,4*	-0,5*
Каталаза	-0,7*	-0,8*	-0,6*	0,6*	1,0	-0,1	0,7*	-0,8*
Глутатионредуктаза	0,1	0,1	0,2	0	-0,1	1,0	-0,1	0,2
Глутатионпероксидаза	-0,6*	-0,6*	-0,5*	0,4*	0,7*	-0,1	1,0	-0,6*
Диеновые конъюгаты	0,7*	0,7*	0,5*	-0,5*	-0,8*	0,2	-0,6*	1,0

Примечание: * уровень статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена ($p \leq 0,05$).

левого предсердия на эхокардиограммах, толщиной межжелудочковой перегородки в диастолу, толщиной свободной стенки левого желудочка в диастолу, конечно-диастолическим и конечно-систолическим размером камеры левого желудочка, сывороточной активностью аланиновой аминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, аспарагиновой аминотрансферазы, креатининфосфокиназы, концентрацией в сыворотке крови сердечного тропонина, мочевины, кетоновых тел, малонового диальдегида, диеновых конъюгатов, церулоплазмينا, сывороточной активностью супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы, что свидетельствует об активизации симпатoadреналовой системы, процессов ремоделирования миокарда, окислительного стресса, диастолической дисфункции миокарда, возникает синдром цитолиза кардиомиоцитов и нефроцитов.

Изменение коррелятивных связей может свидетельствовать об истощении адаптационно-компенсаторных реакций в организме у кошек при кардиоренальном синдроме.

Параметры сыворотки крови, характеризующие процессы перекисного окисления липидов и состояние системы антиоксидантной защиты, можно использовать как предикторы тяжести патологического процесса и формирования кардиоренальных осложнений у домашних кошек.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.
Вклад авторов:

Ю.А. Ватников — концептуализация и проектирование исследования. Анализ и обобщение данных
В.М. Бяхова — сбор экспериментальных данных, проведение физического обследования животных
О.А. Петрухина — сбор данных. Анализ и обобщение первичных экспериментальных данных
Е.А. Нотина — статистический анализ данных, анализ и перевод зарубежной литературы
Е.А. Кротова — составление черновика рукописи, регистрация электрокардиограмм и эхокардиограмм
В.И. Семёнова — проведение лабораторных методов исследования, сбор экспериментальных данных

All authors bear responsibility for the work and presented data.

The authors declare no conflict of interest

Contribution of the participants

Yu.A. Vatinikov — Conceptualization and design of research. Data analysis and generalization
V.M. Byakhova — Experimental data collection, physical examination of animals
O.A. Petrukhina — Data collection. Analysis and generalization of primary experimental data
E.A. Notina — Statistical data analysis, analysis and translation of foreign literature
E.A. Krotova — Drafting of the manuscript, registration of electrocardiograms and echocardiograms
V.I. Semenova Conducting laboratory research methods, collecting experimental data

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 00090-26-24.
<https://rscf.ru/project/24-26-00090/>

FUNDING

The study was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 24-26-00090.
<https://rscf.ru/project/24-26-00090/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдошина С.В., Ефремовцева М.А., Виллевалде С.В., Кобалава Ж.Д. Острый кардиоренальный синдром: эпидемиология, патогенез, диагностика и лечение. *Клиническая фармакология и терапия*. 2013; 22(4): 11–17. <https://elibrary.ru/rdxryp>
2. Ватников Ю.А. и др. Особенности развития гепатокардиального синдрома у собак с дилатационной кардиомиопатией. *Ветеринария*. 2022; (10): 52–57. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.10.52-57>
3. Kumar U., Wettersten N., Garimella P.S. Cardiorenal Syndrome: Pathophysiology. *Cardiology Clinics*. 2019; 37(3): 251–265. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2019.04.001>
4. Ефремова Е.В., Шутов А.М., Подусов А.С., Трошина И.Ю., Сакаева Э.Р. Оценка коморбидности у больных с хроническим кардиоренальным синдромом. *Нефрология*. 2019; 23(S1): 26–27. <https://doi.org/10.36485/1561-6274-2019-23-5-18-43>
5. Инатуллаева Л.Б., Ватников Ю.А., Вилковский И.Ф., Воронина Ю.Ю. Гистологические изменения в почках при хронической болезни почек у кошек, связанные с отложением амилоида. *Ветеринария, зоотехника и биотехнология*. 2017; (5): 25–31. <https://elibrary.ru/ytvint>
6. Карпенко Л.Ю., Козицына А.И., Бахта А.А., Полистовская П.А. Прогностические критерии оценки течения гипертрофической кардиомиопатии у кошек. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2022; (1): 44–46. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2022.1.44>
7. Kittleson M.D., Côté E. The Feline Cardiomyopathies: 2. Hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2021; 23(11): 1028–1051. <https://doi.org/10.1177/1098612X211020162>
8. Schober K.E. et al. Effects of pimobendan in cats with hypertrophic cardiomyopathy and recent congestive heart failure: Results of a prospective, double-blind, randomized, nonpivotal, exploratory field study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2021; 35(2): 789–800. <https://doi.org/10.1111/jvim.16054>
9. Tang P.-K. et al. Dietary magnesium supplementation in cats with chronic kidney disease: A prospective double-blind randomized controlled trial. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2024; 38(4): 2180–2195. <https://doi.org/10.1111/jvim.17134>
10. Quimby J.M. et al. Assessment of the effect of gabapentin on blood pressure in cats with and without chronic kidney disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2024; 26(5): 1098612X241240326. <https://doi.org/10.1177/1098612X241240326>
11. Руденко А.А. Оценка частоты дыхания во время сна у кошек с застойной сердечной недостаточностью: степень приверженности к данному тесту владельцев животных и ее влияние на выживаемость пациентов. *Российский ветеринарный журнал*. 2018; (4): 9–14. https://doi.org/10.32416/article_5bd1c1f917fda5.38468318

REFERENCES

1. Avdoshina S.V., Efremovtseva M.A., Villevalde S.V., Kobalava Zh.D. Acute cardiorenal syndrome: epidemiology, pathogenesis, diagnosis and treatment. *Clinical pharmacology and therapy*. 2013; 22(4): 11–17 (in Russian). <https://elibrary.ru/rdxryp>
2. Vatinikov Yu.A. et al. Features of the development of hepatocardial syndrome in dogs with dilated cardiomyopathy. *Veterinary medicine*. 2022; (10): 52–57 (in Russian). <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.10.52-57>
3. Kumar U., Wettersten N., Garimella P.S. Cardiorenal Syndrome: Pathophysiology. *Cardiology Clinics*. 2019; 37(3): 251–265. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2019.04.001>
4. Efremova E.V., Shutov A.M., Podusov A.S., Troshina I.Yu., Sakaeva E.R. Assessment of comorbidity in patients with chronic cardiorenal syndrome. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2019; 23(S1): 26–27 (in Russian). <https://doi.org/10.36485/1561-6274-2019-23-5-18-43>
5. Inatullaeva L.B., Vatinikov Yu.A., Vilkovskiy I.F., Voronina Yu.Yu. Histological changes in kidneys with chronic kidney diseases in cats, associated with the deposition of amyloid. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2017; (5): 25–31 (in Russian). <https://elibrary.ru/ytvint>
6. Karpenko L.Yu., Kozitsyna A.I., Bakhta A.A., Polistovskaya P.A. Prognostic criteria for assessing of hypertrophic cardiomyopathy in cats. *Legal regulation in veterinary medicine*. 2022; (1): 44–46 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2022.1.44>
7. Kittleson M.D., Côté E. The Feline Cardiomyopathies: 2. Hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2021; 23(11): 1028–1051. <https://doi.org/10.1177/1098612X211020162>
8. Schober K.E. et al. Effects of pimobendan in cats with hypertrophic cardiomyopathy and recent congestive heart failure: Results of a prospective, double-blind, randomized, nonpivotal, exploratory field study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2021; 35(2): 789–800. <https://doi.org/10.1111/jvim.16054>
9. Tang P.-K. et al. Dietary magnesium supplementation in cats with chronic kidney disease: A prospective double-blind randomized controlled trial. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2024; 38(4): 2180–2195. <https://doi.org/10.1111/jvim.17134>
10. Quimby J.M. et al. Assessment of the effect of gabapentin on blood pressure in cats with and without chronic kidney disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2024; 26(5): 1098612X241240326. <https://doi.org/10.1177/1098612X241240326>
11. Rudenko A.A. Evaluation of sleeping respiratory rate in cats with congestive heart failure: the degree of adherence to this test of animal owners and its impact on patient survival. *Russian Veterinary Journal*. 2018; (4): 9–14 (in Russian). https://doi.org/10.32416/article_5bd1c1f917fda5.38468318

12. Карамян А.С., Куприна Э.А., Луцай В.И., Кузнецов В.И., Семёнова В.И. Патогенетические факторы, ассоциирующиеся с формированием острого абдоминального болевого синдрома собак при гастроэнтерите. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2023; 18(3): 418–427. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-3-418-427>

13. Руденко Т.Е., Кутырина И.М., Швецов М.Ю., Шилов Е.М., Новикова М.С. Терапевтические стратегии лечения кардиоренального синдрома. *Лечащий врач*. 2012; (1): 71. <https://elibrary.ru/sdbttj>

14. Сотникова Е.Д., Петрухина О.А., Бяхова В.М., Сибирцев В.Д. Особенности течения гепатокардиального синдрома у больных гипертрофической кардиомиопатией кошек. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2023; 18(2): 264–272. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-2-264-272>

15. Reynolds B.S., Boudet K.G., Germain C.A., Braun J.-P.D., Lefebvre H.P. Determination of reference intervals for plasma biochemical values in clinically normal adult domestic shorthair cats by use of a dry-slide biochemical analyzer. *American Journal of Veterinary Research*. 2008; 69(4): 471–477. <https://doi.org/10.2460/ajvr.69.4.471>

16. Reynolds B.S., Concordet D., Germain C.A., Daste T., Boudet K.G., Lefebvre H.P. Breed Dependency of Reference Intervals for Plasma Biochemical Values in Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2010; 24(4): 809–818. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0541.x>

17. Irvine K.L., Burt K., Papasouliotis K. Evaluation of an in-practice wet-chemistry analyzer using canine and feline serum samples. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2016; 28(1): 38–45. <https://doi.org/10.1177/1040638715618990>

18. Chen H., Segev G. Evaluation of oxidative stress in dogs and cats with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2024; 38(6): 3105–3110. <https://doi.org/10.1111/jvim.17230>

19. Eden S.K., Li C., Shepherd B.E. Nonparametric Estimation of Spearman's Rank Correlation with Bivariate Survival Data. *Biometrics*. 2022; 78(2): 421–434. <https://doi.org/10.1111/biom.13453>

20. Schober P., Boer C., Schwarte L.A. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*. 2018; 126(5): 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

12. Karamyan A.S., Kuprina E.A., Lutsay V.I., Kuznetsov V.I., Semenova V.I. Pathogenetic factors associated with formation of acute abdominal pain syndrome in dogs with gastroenteritis. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(3): 418–427 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-3-418-427>

13. Rudenko T.E., Kutyryna I.M., Shvetsov M.Yu., Shilov E.M., Novikova M.S. Therapeutic strategies for the treatment of cardiorenal syndrome. *Lechaschi Vrach*. 2012; (1): 71 (in Russian). <https://elibrary.ru/sdbttj>

14. Sotnikova E.D., Petrukhina O.A., Byakhova V.M., Sibirtsev V.D. Features of the course of hepatocardial syndrome in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(2): 264–272 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-2-264-272>

15. Reynolds B.S., Boudet K.G., Germain C.A., Braun J.-P.D., Lefebvre H.P. Determination of reference intervals for plasma biochemical values in clinically normal adult domestic shorthair cats by use of a dry-slide biochemical analyzer. *American Journal of Veterinary Research*. 2008; 69(4): 471–477. <https://doi.org/10.2460/ajvr.69.4.471>

16. Reynolds B.S., Concordet D., Germain C.A., Daste T., Boudet K.G., Lefebvre H.P. Breed Dependency of Reference Intervals for Plasma Biochemical Values in Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2010; 24(4): 809–818. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0541.x>

17. Irvine K.L., Burt K., Papasouliotis K. Evaluation of an in-practice wet-chemistry analyzer using canine and feline serum samples. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2016; 28(1): 38–45. <https://doi.org/10.1177/1040638715618990>

18. Chen H., Segev G. Evaluation of oxidative stress in dogs and cats with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2024; 38(6): 3105–3110. <https://doi.org/10.1111/jvim.17230>

19. Eden S.K., Li C., Shepherd B.E. Nonparametric Estimation of Spearman's Rank Correlation with Bivariate Survival Data. *Biometrics*. 2022; 78(2): 421–434. <https://doi.org/10.1111/biom.13453>

20. Schober P., Boer C., Schwarte L.A. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*. 2018; 126(5): 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

ОБ АВТОРАХ

Юрий Анатольевич Ватников

доктор ветеринарных наук, профессор,
директор департамента ветеринарной медицины
vatnikov_yu@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0036-3402>

Варвара Михайловна Бяхова

кандидат ветеринарных наук, доцент
департамента ветеринарной медицины
byakhova-vm@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6041-2144>

Олеся Анатольевна Петрухина

кандидат ветеринарных наук, ассистент
Petrukhina-oa@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9102-2891>

Елена Александровна Нотина

кандидат филологических наук,
доцент, заведующая кафедрой иностранных языков
notina-ea@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1283-8834>
SPIN-код: 5031-6764

Елена Александровна Кротова

кандидат ветеринарных наук, доцент
департамента ветеринарной медицины
krotova-ea@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1771-6091>

Валентина Ивановна Семёнова

кандидат ветеринарных наук, доцент
департамента ветеринарной медицины
semenova-vi@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1610-1637>

Российский университет дружбы
народов им. Патриса Лумумбы,
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Yuri Anatolyevich Vatnikov

Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Director of the Department of Veterinary Medicine
vatnikov_yu@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0036-3402>

Varvara Mikhailovna Byakhova

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
of the Department of Veterinary Medicine
byakhova-vm@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6041-2144>

Olesya Anatolyevna Petrukhina

Candidate of Veterinary Sciences, Assistant
Petrukhina-oa@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9102-2891>

Elena Alexandrovna Notina

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Head
of the Department of Foreign Languages
notina-ea@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1283-8834>
SPIN-код: 5031-6764

Elena Alexandrovna Krotova

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
of the Department of Veterinary Medicine
krotova-ea@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1771-6091>

Valentina Ivanovna Semenova

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
of the Department of Veterinary Medicine
semenova-vi@rudn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1610-1637>

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University
of Russia,
6 Miklukho-Maklay Str., Moscow, 117198, Russia

УДК 636.084:636.084.4; 591.13

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-63-68

Е.В. Шейда^{1,2}

Г.К. Дускаев¹

О.В. Кван^{1,2} ✉

Е.А. Букарева¹

Ю.А. Сечнев¹

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

²Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

✉ kwan111@yandex.ru

Поступила в редакцию: 25.03.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Кван О.В., Букарева Е.А., Сечнев Ю.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-63-68

Elena V. Sheida^{1,2}

Galimzhan K. Duskaev¹

Olga V. Kvan^{1,2} ✉

Elena A. Bukareva¹

Yuri A. Sechnev¹

¹Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

²Orenburg State University, Orenburg, Russia

✉ kwan111@yandex.ru

Received by the editorial office: 25.03.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Sheida E.V., Duskaev G.K., Kvan O.V., Bukareva E.A., Sechnev Yu.A.

Особенности усвоения питательных веществ и химических элементов бычками при включении в рацион фермента протеазы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Питательные вещества в кормах влияют на содержание, рост и воспроизводство животных. Дефицит основных питательных веществ в кормах обычно компенсируется добавками. Среди таких добавок широкое применение находят протеазы. Протеазы способствуют более эффективному расщеплению белков корма на аминокислоты, которые затем легко усваиваются организмом, что особенно важно для молодых животных, нуждающихся в достаточном количестве аминокислот для поддержания интенсивного роста. Оптимизация усвоения аминокислот при помощи протеаз может привести к повышению эффективности использования корма, увеличению привесов и улучшению общего состояния здоровья бычков. Кроме того, это может снизить зависимость от дорогостоящих белковых добавок в рационе.

Цель исследования — изучение особенностей усвоения аминокислот бычками при включении в рацион протеазы.

Материалы и методы. Объекты исследования: рубцовая жидкость (РЖ), химус и кал бычков казахской белоголовой породы.

Результаты. Анализ результатов показал, что внесение протеаз (грибной и бактериальной) способствует лучшей усвояемости аминокислот в организме бычков. Большой активности проявила протеаза бактериальная (II группа), что подтверждается данными увеличения усвояемости лизина (на 12,5%), фенилаланина (на 12,3%), тирозина (на 9,2%), серина (на 8,9%), треонина (на 8,8%), аланина (на 8,1%), изолейцина и глицина (на 7,6%), валина (на 5,9%), пролина (на 2,3%) и аргинина (на 2,9%) относительно контрольной группы.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, экзоферменты, кормление, протеаза, аминокислоты, химус

Для цитирования: Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Кван О.В., Букарева Е.А., Сечнев Ю.А. Особенности усвоения питательных веществ и химических элементов бычками при включении в рацион фермента протеазы. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 63–68. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-63-68>

Features of the absorption of nutrients and chemical elements by gobies when the protease enzyme is included in the diet

ABSTRACT

Relevance. Nutrients in feed affect animal maintenance, growth and reproduction. Deficiencies of essential nutrients in feed are usually compensated by additives. Among such additives, proteases are widely used. Proteases facilitate more efficient breakdown of feed proteins into amino acids that are then easily digested by the body, which is especially important for young animals that need sufficient amino acids to support intensive growth. Optimising amino acid digestion by proteases can lead to improved feed utilisation efficiency, increased weight gains and better overall health of steers. In addition, it may reduce dependence on expensive protein supplements in the diet.

The aim of the study was to study the peculiarities of amino acid absorption by bullheads when protease is included in the diet.

Materials and methods. Objects of the study: rumen fluid (RF), chyme and faeces of steers of the Kazakh white-headed breed.

Results. Analysis of the results showed that the introduction of proteases (fungal and bacterial) promotes better absorption of amino acids in the body of bulls. Bacterial protease (group II) showed the greatest activity, which is confirmed by the data of increase in assimilation of lysine (by 12,5%), phenylalanine (by 12,3%), tyrosine (by 9,2%), serine (by 8,9%), threonine (by 8,8%), alanine (by 8,1%), isoleucine and glycine (by 7,6%), valine (by 5,9%), proline (by 2,3%) and arginine (by 2,9%), relative to the control group.

Key words: cattle, exoenzymes, feeding, protease, amino acids, chyme

For citation: Sheida E.V., Duskaev G.K., Kvan O.V., Bukareva E.A., Sechnev Yu.A. Features of the absorption of nutrients and chemical elements by gobies when the protease enzyme is included in the diet. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 63–68 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-63-68>

Введение/Introduction

Обеспечение кормами — самые высокие расходы в секторе животноводства. Питательные вещества в кормах влияют на содержание, рост и воспроизводство животных. Однако не все элементы кормов имеют одинаковую питательную ценность, некоторые из них неперевариваемые, не усваиваются или даже токсичны для организма. Основные питательные вещества — это углеводы, жиры, белки, минералы и витамины [1].

Один из подходов к повышению эффективности использования кормов — добавление каталитических количеств стратегических питательных веществ, таких как микроэлементы, витамины, аминокислоты и другие биоактивные соединения, в основной рацион. Добавление этих питательных веществ увеличивает активность местной микробной популяции в рубце, что приводит к улучшению ферментации рубца и общей производительности животных.

Дефицит основных питательных веществ в кормах обычно компенсируется добавками [2]. Среди таких добавок широкое применение находят протеазы. Протеазы катализируют переваривание белков в короткоцепочечные пептиды или аминокислоты [3]. Протеазы встречаются в различных организмах, таких как растения, животные и микроорганизмы. Однако микробные протеазы предпочтительнее для производства на промышленном уровне, чем растительные и животные источники, поскольку микроорганизмы производят ферменты легче и быстрее и на них не влияют климатические условия или сезонные изменения [4]. Более того, микробные протеазы в основном встречаются как внеклеточные ферменты, демонстрирующие быстрый микробный рост на недорогих средах, легко производимые в больших масштабах, экономически выгодные, с высоким выходом продукции, демонстрирующие высокую активность и стабильность в широком диапазоне pH и температур [5].

Включение протеазы в рацион бычков может оптимизировать усвоение аминокислот, играющих ключевую роль в росте и развитии животных [6]. Протеазы, добавленные в корм, способствуют более эффективному расщеплению белков корма на аминокислоты, которые затем легко усваиваются организмом, что особенно важно для молодых животных, нуждающихся в достаточном количестве аминокислот для поддержания интенсивного роста [7].

Оптимизация усвоения аминокислот при помощи протеаз может привести к повышению эффективности использования корма, увеличению привесов и улучшению общего состояния здоровья

бычков. Кроме того, это может снизить зависимость от дорогостоящих белковых добавок в рационе.

Цель данного исследования — изучение особенностей усвоения аминокислот бычками при включении в рацион протеазы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили с 02.2023 по 06.2024 на базе отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. профессора С.Г. Леушина в ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (г. Оренбург, Россия).

Объекты исследования — рубцовая жидкость (РЖ), химус и кал бычков казахской белоголовой породы средней массой 310–320 кг, возраст — 14–15 месяцев, количество — 4 головы.

Эксперимент проводили в 4 повторностях с использованием латинского квадрата 4×4 .

Для исследования использовали препараты экзоферментов — протеазы грибной и протеазы бактериальной щелочной («Биопрепарат», г. Воронеж, Россия).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования осуществляли в соответствии с требованиями инструкций и рекомендаций к выполнению биологических исследований^{1,2}. При проведении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и количество исследованных опытных образцов.

Кормление подопытных животных было организовано с учетом рекомендаций А.П. Калашникова и др.³

Отбор проб содержимого рубца производили спустя 12 часов после кормления через хроническую фистулу рубца (ANKOM, d = 80 мм) резиновым шлангом длиной 200 см и наружным диаметром 40 мм в термос объемом 3 л. Транспортировку осуществляли в термосах в течение 30 мин.

Схема эксперимента: животные контрольной и опытных групп находились на основном сбалансированном рационе; бычкам опытных групп в концентрированный корм вносили ферментные препараты: I — протеазу грибную (25 г/т), II — протеазу бактериальную (25 г/т).

Количество аминокислот в корме, химусе и кале оценивали с помощью ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией нингидриновым реагентом и последующим детектированием при длине волны 570 нм (для пролина — 440 нм). Анализы выполняли с использованием системы для высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) YL 9100 HPLC

¹ Сарымсакова Б.Е., Розенсон Р.И., Баттакова Ж.Е. Руководство по этике научных исследований: методические рекомендации. Астана. 2007; 98.

² Веселова Т.А., Мальцева А.А., Швеи И.М. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2018; 187.

³ Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглова В.В., Клейменова Н.И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие. 3-е изд. (доп. и перераб.). Москва. 2003; 456.

System (Young Lin Instrument Co., Ltd., Корея), которая состоит из кватернарного градиентного насоса YL9110, вакуумного дегазатора YL9101, UV/VIS детектора YL9120, автосамплера YL9150 (постколоночный дериватизатор Pinnacle PCX, ионообменная колонка Na+ 4,0/2150 мм, 5 мкм, предколонка Na+ 3,0/220 мм, 5 мкм; Pickering Laboratories, Inc., США)⁴.

Численные данные были обработаны с помощью программы SPSS Statistics 20 (IBM, США). Рассчитывали средние (M), среднеквадратичные отклонения ($\pm\sigma$), ошибки стандартного отклонения ($\pm SE$). Для сравнения вариантов использовали непараметрический метод анализа. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Установлено, что синтез и усвоение отдельных аминокислот в пищеварительном тракте происходят с различной интенсивностью. Во всех группах (I и II) было установлено увеличение в химусе суммы аминокислот, соответственно, на 1,22% и 1,05% относительно контрольной группы (табл. 1). Возможно это связано с тем, что протеазы, добавленные вместе с кормом в рацион животных I и II групп, способствуют более эффективному расщеплению белков корма на аминокислоты.

Особенно много содержалось в химусе рубца бычков незаменимой аминокислоты — метионина, несколько меньше гистидина и аргинина. Так, в I и II опытных группах установлено увеличение содержания тирозина (на 0,06% и 0,05%), фенилаланина (на 0,21% и 0,01%), лейцин-изолейцина (на 0,03% и 0,02%), пролина (на 0,11% и 0,09%), треонина (на 0,11% и 0,09%), серина (на 0,05% и 0,06%), аланина (на 0,03% и 0,02%), глицина (на 0,07% и 0,05%), метионина (0,95% и 0,78%) на фоне снижения аргинина (0,18% и 0,05%) и гистидина (0,1% и 0,06%) относительно контрольных значений. Концентрация лизина в химусе оказалась на одном уровне во всех группах (с незначительным увеличением (на 0,01%) во II группе).

С.В. Лебедев и др. утверждают, что в химусе больше синтезируется тех аминокислот, которых меньше содержится в рационе. Вероятно, одним из звеньев обмена белков и аминокислот является стремление животного организма к созданию устойчивого состава химуса по содержанию и соотношению аминокислот. Колебания в абсолютном количестве аминокислот в химусе организма животного стремятся сгладить путем создания постоянной концентрации, «разбавляя» или «сгущая» химус выделением пищеварительных соков [8].

Таблица 1. Содержание аминокислот в химусе рубца бычков при включении в рацион фермента протеазы, % в пробе

Table 1. Amino acid content in the rumen chyme of steers when protease enzyme is included in the diet, % in sample

Содержание аминокислот, % в пробе	Группы		
	контрольная	I	II
Аргинин	0,70 $\pm$ 0,02	0,52 $\pm$ 0,03	0,65 $\pm$ 0,03
Лизин	0,16 $\pm$ 0,04	0,16 $\pm$ 0,001	0,17 $\pm$ 0,001
Тирозин	0,10 $\pm$ 0,02	0,16 $\pm$ 0,003	0,15 $\pm$ 0,003
Фенилаланин	0,15 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,02	0,16 $\pm$ 0,02
Гистидин	0,16 $\pm$ 0,03	0,06 $\pm$ 0,03	0,10 $\pm$ 0,03
Лейцин-изолейцин	0,51 $\pm$ 0,05	0,54 $\pm$ 0,06	0,53 $\pm$ 0,06
Метионин	0,77 $\pm$ 0,02	1,72 $\pm$ 0,02	1,55 $\pm$ 0,02
Валин	0,24 $\pm$ 0,03	0,27 $\pm$ 0,04	0,22 $\pm$ 0,04
Пролин	0,23 $\pm$ 0,03	0,34 $\pm$ 0,01	0,32 $\pm$ 0,01
Треонин	0,21 $\pm$ 0,04	0,32 $\pm$ 0,03	0,30 $\pm$ 0,03
Серин	0,18 $\pm$ 0,02	0,23 $\pm$ 0,02	0,24 $\pm$ 0,02
Аланин	0,29 $\pm$ 0,04	0,32 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,03
Глицин	0,21 $\pm$ 0,05	0,28 $\pm$ 0,03	0,26 $\pm$ 0,03
Всего	3,91	5,13	4,96

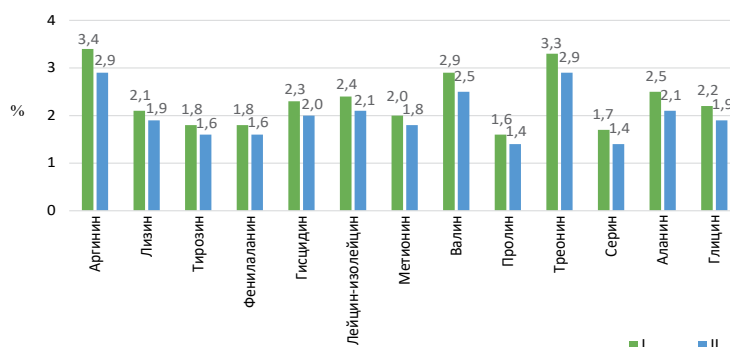
Данные о количестве поступивших аминокислот в организм бычков в составе рациона представлены на рисунке 1.

Анализируя данные, нетрудно заметить увеличенное количество поступивших аминокислот во всех опытных группах относительно контроля. Однако можно отметить, что в I опытной группе максимальное увеличение содержания среди аминокислот наблюдается у аргинина (3,4%), треонина (3,3%) и валина (2,9%) на фоне минимального увеличения пролина (1,6%) и серина (1,7%) при сравнении с контрольной группой. Во II опытной группе максимальным содержанием отличались такие аминокислоты, как аргинин и треонин (2,9%), валин (2,5%) на фоне минимальных значений пролина и серина (1,4%).

Результаты исследований показали, что доля аминокислот, выделенных из организма бычков с калом, в условиях настоящего эксперимента не превышает 8,7% от всех аминокислот химуса. Анализ данных по выделению аминокислот с калом показал, что во II опытной группе были более

Рис. 1. Количество поступивших аминокислот в организм бычков в составе рациона, % относительно контроля

Fig. 1. Amount of amino acids supplied to the body of steers as part of the diet, % relative to control



⁴ ГОСТ Р 55569-2013 Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза.

выраженными потери такой незаменимой аминокислоты, как гистидин (61,6%), относительно контрольных значений (рис. 2).

Необходимым условием изучения потребностей животного в аминокислотах является определение величины всасывания аминокислот в кишечнике. Данные по количеству поступивших аминокислот в организм в составе рациона и количеству аминокислот, выделенных с калом, позволяют рассчитать количество аминокислот, усвоенных организмом (рис. 3).

По количеству усвоенных в кишечнике аминокислот выявлена существенная разница между группами, свидетельствующая о четко выраженном влиянии протеаз в рационе на интенсивность всасывания аминокислот в кишечнике. Так, в I опытной группе установлено повышение содержания тирозина (на 2,9%), пролина (на 1,2%), аргинина (на 0,6%), фенилаланина (на 0,3%) при снижении содержания глицина (на 2,9%), аланина (на 3,0%), серина (1,0%), треонина (1,5%) и валина (4,8%) относительно контроля.

Важно отметить, что во II опытной группе наблюдалось значительное увеличение лизина (на 12,5%), фенилаланина (на 12,3%), тирозина (на 9,2%), серина (на 8,9%), треонина (на 8,8%), аланина (на 8,1%), изолейцина и глицина (на 7,6%), валина (на 5,9%), пролина (на 2,3%), аргинина (на 2,9%) на фоне снижения метионина (на 3,9%) и гистидина (17,8%), относительно контрольной группы. Предполагаем, что более высокая усвояемость аминокислот при включении в рацион протеаз могла распределить переваренный субстрат в сторону увеличения микробной биомассы [9].

На основании имеющихся данных можно предположить, что различное содержание и соотношение аминокислот в рационе выравнивается за счет биосинтеза микробного белка, выделения белков пищеварительных соков и плазмы крови, в результате чего в химусе кишечника создается состав аминокислот, необходимый для тканевого обмена и обеспечения синтеза своего белка — белка животного.

Известно [10], что в разных отделах кишечника всасывание аминокислот происходит с различной скоростью, в основном снижение всасывания идет от двенадцатиперстной кишки к конечному отделу кишечника. Одна аминокислота всасывается интенсивнее, чем при совместном введении двух и более аминокислот. В то же время одни аминокислоты могут стимулировать всасывание других. Всасывание различных аминокислот происходит не с одинаковой скоростью. По наблюдениям C.G. Schwab *et al.* [11], интенсивность всасывания аминокислот располагается в следующем порядке: гликокол, аланин,

Рис. 2. Количество выделенных аминокислот из организма бычков с калом, % относительно контроля

Fig. 2. Amount of amino acids excreted from the body of steers with faeces, % relative to control

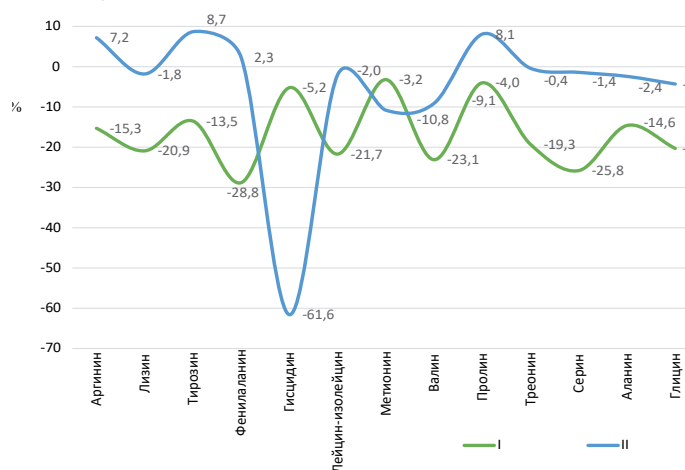
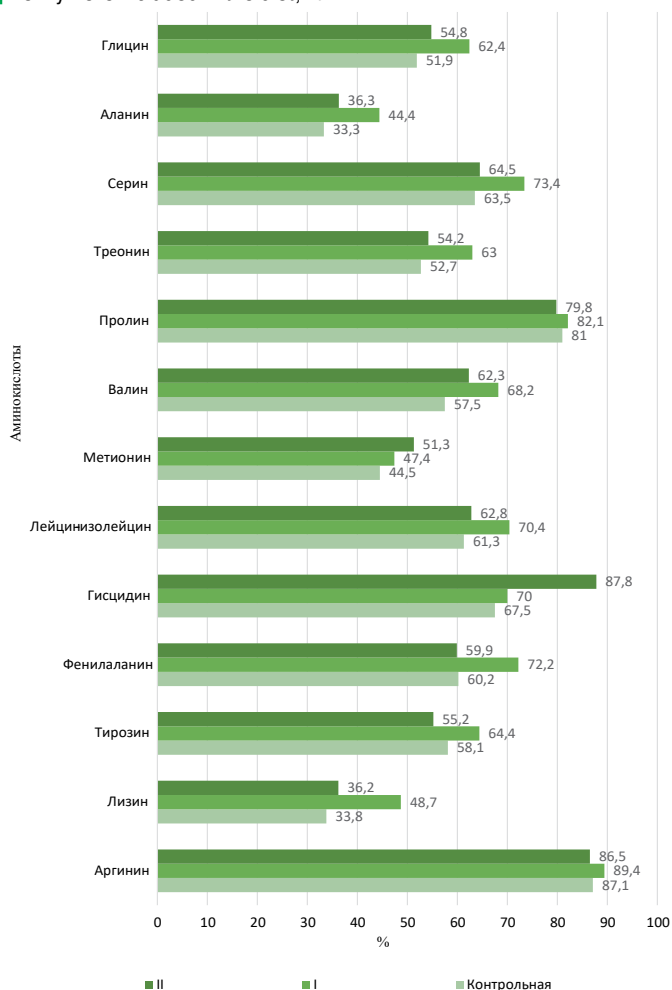


Рис. 3. Усвояемость аминокислот в организме бычков при включении в рацион фермента протеазы, %

Fig. 3. Amino acid digestibility in the body of steers when protease enzyme is included in the diet, %



цистеин, глутаминовая кислота, валин, метионин, лейцин, триптофан.

Выводы/Conclusions

Сравнительный анализ влияния двух протеазных добавок (грибной и бактериальной) позволяет делать следующие выводы: внесение изучаемых протеаз способствовало лучшей

усвояемости аминокислот в организме бычков. Наиболее перспективной добавкой для питания бычков может служить бактериальная протеаза, обладающая высокой активностью (II группа), что подтверждается данными увеличения усвояемости лизина (на 12,5%), фенилаланина (на 12,3%), тирозина (на 9,2%), серина (на 8,9%), треонина (на 8,8%), аланина (на 8,1%), изолейцина и глицина (на 7,6%), валина (на 5,9%), пролина (на 2,3%), аргинина (на 2,9%) относительно контрольной группы.

Полученные результаты необходимы для прогнозирования процессов пищеварения и создания оптимальных условий нутриентной обеспеченности молодняка крупного рогатого скота. Добавление протеаз в рацион бычков представляет собой перспективный подход к улучшению усвоения аминокислот и повышению продуктивности животных. Дальнейшие исследования в этой области позволят более точно определить оптимальные дозировки и условия применения протеаз для достижения максимальной эффективности.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет средства гранта Российского научного фонда № 23-16-00061.
<https://rscf.ru/project/23-26-00061/>

FUNDING

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00061.
<https://rscf.ru/project/23-26-00061/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Lukuyu B., Gachui C.K., Lukuyu M.N., Lusweti C., Mwenda S. (eds.). Feeding dairy cattle in East Africa. Nairobi, Kenya: *East Africa Dairy Development*. 2012; xi: 95. ISBN 92-9146-272-1
- Engels E. Voedingsnavorsing met die weidende dier. *South African Journal of Animal Science*. 1983; 13(4): 292–298.
- Mótyán J.A., Tóth F., Tózsér J. Research Applications of Proteolytic Enzymes in Molecular Biology. *Biomolecules*. 2013; 3(4): 923–942. <https://doi.org/10.3390/biom3040923>
- Contesini F.J., Melo R.R. de, Sato H.H. An overview of *Bacillus* proteases: from production to application. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2017; 38(3): 321–334. <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1354354>
- Tufvesson P., Lima-Ramos J., Nordblad M., Woodley J.M. Guidelines and Cost Analysis for Catalyst Production in Biocatalytic Processes. *Organic Process Research & Development*. 2011; 15(1): 266–274. <https://doi.org/10.1021/op1002165>
- Beauchemin K.A., Holtshausen L. Developments in enzyme usage in ruminants. Bedford M.R., Partridge G.G. (eds.). *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd Edition. CABI. 2010; 206–230. <https://doi.org/10.1079/9781845936747.0206>
- Beauchemin K.A., Rode L.M., Sewalt V.J.H. Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Canadian Journal of Animal Science*. 1995; 75(4): 641–644. <https://doi.org/10.4141/cjas95-096>
- Лебедев С.В., Губайдулина Э.З., Шейда Е.В., Гречкина В.В. Обмен (синтез и усвоение) аминокислот в пищеварительном тракте крупного рогатого скота при использовании в рационе различных по ингредиентному составу кормов. *Аграрный научный журнал*. 2019; (4): 54–57. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57>
- Getachew G., Robinson P.H., DePeters E.J., Taylor S.J. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 2004; 111(1–4): 57–71. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00217-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00217-7)
- Zinn R.A., Shen Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *Journal of Animal Science*. 1998; 76(5): 1280–1289. <https://doi.org/10.2527/1998.7651280x>
- Schwab C.G., Bozak C.K., Whitehouse N.L., Mesbah M.M.A. Amino Acid Limitation and Flow to Duodenum at Four Stages of Lactation. 1. Sequence of Lysine and Methionine Limitation. *Journal of Dairy Science*. 1992; 75(12): 3486–3502. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78125-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78125-9)

REFERENCES

- Lukuyu B., Gachui C.K., Lukuyu M.N., Lusweti C., Mwenda S. (eds.). Feeding dairy cattle in East Africa. Nairobi, Kenya: *East Africa Dairy Development*. 2012; xi: 95. ISBN 92-9146-272-1
- Engels E. Feeding research with grazing ruminants. *South African Journal of Animal Science*. 1983; 13(4): 292–298 (in Dutch).
- Mótyán J.A., Tóth F., Tózsér J. Research Applications of Proteolytic Enzymes in Molecular Biology. *Biomolecules*. 2013; 3(4): 923–942. <https://doi.org/10.3390/biom3040923>
- Contesini F.J., Melo R.R. de, Sato H.H. An overview of *Bacillus* proteases: from production to application. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2017; 38(3): 321–334. <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1354354>
- Tufvesson P., Lima-Ramos J., Nordblad M., Woodley J.M. Guidelines and Cost Analysis for Catalyst Production in Biocatalytic Processes. *Organic Process Research & Development*. 2011; 15(1): 266–274. <https://doi.org/10.1021/op1002165>
- Beauchemin K.A., Holtshausen L. Developments in enzyme usage in ruminants. Bedford M.R., Partridge G.G. (eds.). *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd Edition. CABI. 2010; 206–230. <https://doi.org/10.1079/9781845936747.0206>
- Beauchemin K.A., Rode L.M., Sewalt V.J.H. Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Canadian Journal of Animal Science*. 1995; 75(4): 641–644. <https://doi.org/10.4141/cjas95-096>
- Lebedev S.V., Gubaidulina E.Z., Sheida E.V., Grechkina V.V. Exchange (uptake and synthesis) of amino acids in the digestive tract of cattle when used in diet different ingredient composition of the feed. *Agrarian scientific journal*. 2019; (4): 54–57 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57>
- Getachew G., Robinson P.H., DePeters E.J., Taylor S.J. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 2004; 111(1–4): 57–71. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00217-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00217-7)
- Zinn R.A., Shen Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *Journal of Animal Science*. 1998; 76(5): 1280–1289. <https://doi.org/10.2527/1998.7651280x>
- Schwab C.G., Bozak C.K., Whitehouse N.L., Mesbah M.M.A. Amino Acid Limitation and Flow to Duodenum at Four Stages of Lactation. 1. Sequence of Lysine and Methionine Limitation. *Journal of Dairy Science*. 1992; 75(12): 3486–3502. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78125-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78125-9)

ОБ АВТОРАХ

Елена Владимировна Шейда^{1,2}

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник¹;
доктор биологических наук, старший научный сотрудник²
elena-shejjda@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2586-613>

Галимжан Калиханович Дускаев¹

доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий
научный сотрудник
gduskaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Ольга Вилориевна Кван^{1,2}

кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник¹;
кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник²
kwan111@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

Елена Анатольевна Букарева¹

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
elenka_rs@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1622-1284>

Юрий Андреевич Сечнев¹

аспирант
y.sechnev@outlook.com
<https://orcid.org/0009-0009-5920-1185>

¹Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
ул. 9 Января 29, Оренбург, 460000, Россия

²Оренбургский государственный университет,
пр-т Победы, 13, Оренбург, 460018, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Elena Vladimirovna Sheida^{1,2}

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher¹;
Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher²
elena-shejjda@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2586-613>

Galimzhan Kalihanovich Duskaev¹

Doctor of Biological Sciences, professor of Russian Academy
of Sciences, Leading Researcher
gduskaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Olga Vilorieva Kvan^{1,2}

Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher¹;
Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher²
kwan111@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

Elena Anatolyevna Bukareva¹

Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher
elenka_rs@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1622-1284>

Yuri Andreevich Sechnev¹

Postgraduate Student
y.sechnev@outlook.com
<https://orcid.org/0009-0009-5920-1185>

¹Federal Scientific Center for Biological Systems
and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
29 9th January Str., Orenburg, 460000, Russia

²Orenburg State University,
13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russia

ПРОДУКТЫ



ИННОВАЦИИ



УСЛУГИ



ЛОГИСТИКА

МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ B2B
ВЫСТАВКА

GLOBAL FRESH
MARKET:
VEGETABLES
& FRUITS



11-13 НОЯБРЯ 2025

Гостиный Двор, Москва

Контакты



+7 (495) 481-29-19



business@gfmexpo.com



www.gfmexpo.com

Соорганизатор
национальный
ПЛОДООВОЩНОЙ СОЮЗ

При поддержке



Global Fresh
MARKET

Полный цикл производства «от поля
до прилавка» на единой площадке

Прямой диалог с ключевыми игроками
рынка

Обширная деловая программа
с участием экспертов мирового уровня:

110+

приглашенных
спикеров

30

отраслевых мероприятий
по овощеводству и садоводству

Конкурс студенческих работ для молодых
специалистов в АПК



УДК 636.597.034/619

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-69-74

Г.М. Топурия

Оренбургский государственный
медицинский университет Минздрава
России, Оренбург, Россия

✉ golaso@rambler.ru

Поступила в редакцию: 20.12.2024

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Топурия Г.М.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-69-74

Gocha M. Topuria

Orenburg State Medical University of the
Ministry of Health of Russia, Orenburg,
Russia

✉ golaso@rambler.ru

Received by the editorial office: 20.12.2024

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Topuria G.M.

Влияние пробиотика «Иммунофлор» на пищевую ценность мяса уток

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Наиболее интенсивно развивающаяся отрасль сельскохозяйственного производства — птицеводство. Мясо сельскохозяйственной птицы является наиболее востребованным населением источником полноценного белка животного происхождения. Для повышения продуктивности птицы и улучшения качества получаемой продукции широко применяют кормовые добавки природного происхождения. Большую перспективу для использования в различных отраслях животноводства имеют пробиотики.

Методы. Были сформированы четыре группы утят суточного возраста. Птица II, III и IV опытных групп в дополнение к основному рациону получала «Иммунофлор» в количестве 0,5, 0,7 и 1,0 кг/т корма. Утята I группы (контроль) пробиотик не получали. По окончании выращивания оценивали пищевую ценность мяса и печени уток, для чего проводили оценку химического состава продуктов убоя, энергетической и биологической ценности.

Результаты. Установлено, что включение «Иммунофлора» в рацион уток в указанных дозах способствовало улучшению химического состава мяса. В грудных и бедренных мышцах наблюдалось повышение количества сухого вещества на 0,99–1,28% и 0,04–0,43%, белка — на 1,28–1,56% и 0,57–1,14%, золы — на 0,92–1,84% и 0,36–1,07% на фоне снижения количества жира. Максимальная биологическая ценность мяса зафиксирована в опытных группах. В мышцах птицы опытных групп наблюдалось увеличение количества триптофана на фоне снижения оксипролина. Белково-качественный показатель был выше контрольного значения в мышцах бедра на 3,58% и 1,79%, в мышцах груди — на 3,21%, 3,75% и 2,69% соответственно. Возросла и энергетическая ценность грудных мышц утят, которым скармливали пробиотический препарат, что свидетельствует о высокой пищевой ценности мяса птицы. Индекс качества мяса не имел различий. Под влиянием пробиотика в печени птицы снизилось содержание жира, увеличилось количество белка и золы, а также энергетической ценности.

Ключевые слова: утки, пробиотики, мясо, жир, зола, белок, сухое вещество

Для цитирования: Топурия Г.М. Влияние пробиотика «Иммунофлор» на пищевую ценность мяса уток. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 69–74.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-69-74>

Effect of probiotic “Immunoflor” on nutritional value of duck meat

ABSTRACT

Relevance. Poultry farming is the most intensively developing branch of agricultural production. Poultry meat is the most popular source of full-fledged protein of animal origin. To increase the productivity of poultry and improve the quality of the resulting product, feed additives of natural origin are widely used. Probiotics have a great prospect for use in various animal husbandry industries.

Methods. Four groups of ducklings of daily age were formed. Bird II, III and IV experimental groups in addition to the main diet received “Immunoflor” in an amount of 0.5, 0.7 and 1.0 kg/t feed. Group I ducklings (control) did not receive the probiotic. At the end of cultivation, the nutritional value of duck meat and liver was assessed by assessing the chemical composition of slaughter products, energy and biological value.

Results. It was found that the inclusion of “Immunoflor” in the diet of ducks at the indicated doses contributed to an improvement in the chemical composition of meat. In the thoracic and femoral muscles, there was an increase in the amount of dry matter by 0.99–1.28% and 0.04–0.43%, protein — by 1.28–1.56% and 0.57–1.14%, ash — by 0.92–1.84% and 0.36–1.07% against the background of a decrease in the amount of fat. The maximum biological value of meat was recorded in experimental groups. In the muscles of poultry of experimental groups, an increase in the amount of tryptophan was observed against the background of a decrease in oxypoline. The protein-quality indicator was higher than the reference value in the thigh muscles by 3.58% and 1.79%, in the chest muscles — by 3.21%, 3.75% and 2.69%, respectively. The energy value of the breast muscles of ducklings fed a probiotic drug has also increased, which indicates the high nutritional value of poultry meat. The meat quality index had no differences. Under the influence of the probiotic, the fat content in the bird’s liver decreased, the amount of protein and ash increased, as well as energy value.

Key words: ducks, probiotics, meat, liver, fat, ash, protein, dry matter

For citation: Topuria G.M. Effect of probiotic “Immunoflor” on nutritional value of duck meat. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 69–74 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-69-74>

Введение/Introduction

Птицеводство является лидирующей подотраслью животноводства не только по производственным показателям, но и по пищевой ценности продукции [1, 2]. Сельскохозяйственная птица превосходит свиней и крупный рогатый скот по эффективности превращения растительного белка в животный протеин [3, 4]. Имея уникальные качества самоокупаемости, птицеводство обладает высокими показателями интенсификации [5–7].

Интенсивное использование птицы предусматривает постоянное совершенствование норм кормления и условий содержания для реализации максимальной продуктивности и высокого качества производимой продукции [8–12].

Для оптимизации иммунобиохимического состояния организма животных и птиц, повышения обмена веществ, получения экологически безопасной пищевой продукции и улучшения продуктивности широко используются биологически активные вещества и кормовые добавки природного происхождения [13–16]. К ним относятся фитостимуляторы, препараты из тканей животных, гуминовые соединения, хитозан, цеолит и др. [17–19].

Значительный интерес в этом направлении представляют пробиотические препараты [1, 20, 21].

В современной животноводческой практике применяют несколько десятков видов пробиотиков [22–24]. В связи с повсеместным отказом от применения кормовых антибиотиков пробиотики являются действенной их заменой [19].

Пробиотические препараты обладают множественной положительной активностью: подавляют патогенную и условно-патогенную микрофлору, формируют положительный микробиоценоз, продуцируют аминокислоты и другие биологически активные вещества, улучшают усвоение питательных веществ корма, нормализуют метаболизм, повышают естественную резистентность [25–28].

Имеются многочисленные сведения о применении пробиотиков при производстве мяса птицы [28–31].

Цель исследования — изучить влияние пробиотического препарата на химический состав, биологическую и энергетическую ценность продуктов убоя утят.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для проведения исследований в условиях ООО «Орское» Оренбургской области Российской Федерации были сформированы четыре группы (n = 50) суточных утят кросса «Благоварский».

Птица I группы служила контролем, препарат не получала и выращивалась на сбалансированном по питательным веществам рационе¹. Утятам II, III и IV групп дополнительно скармливали концентрат кормовой «Иммунофлор»² («ПК Крос Фарм», Россия) в количестве 0,5, 0,7 и 1,0 кг/т корма на протяжении 56 дней.

По окончании выращивания провели убой всей подопытной птицы.

Из каждой группы отбирали по 5 тушек уток для химического анализа. В мышечной ткани и печени определяли³ массовую долю жира (МДЖ), массовую долю белка (МДБ), массовую долю золы (МДЗ), сухого вещества, массовую долю влаги (МДВ).

Биологическую ценность продуктов убоя оценивали по количеству триптофана⁴ и оксипролина⁵. Рассчитан белково-качественный показатель (БКП)⁶.

Рассчитывали энергетическую ценность по формуле В.М. Александрова⁷.

Индекс качества мяса определяли отношением содержания жира к содержанию белка⁸.

Эксперимент проводили с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, использующихся для научных целей⁹, и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ¹⁰.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics V22.0 (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При оценке химического состава грудных мышц птицы установлено, что включение в рацион утят «Иммунофлора» способствует снижению количества влаги (рис. 1а).

Максимальные значения сухого вещества зафиксированы в образцах грудных мышц птицы

¹ Погосян Д.Г. Интенсивные способы откорма молодняка уток. Пенза. 2021; 147.

² 1 г концентрата кормового «Иммунофлор» содержит сухую лиофильно высушенную биомассу штаммов *Bifidobacterium globosum* (ВКМ В-2750D, КОЕ не менее 1 × 10⁶), *Enterococcus faecium* (ВКМ В-2751D, КОЕ не менее 1 × 10⁶), *Bacillus licheniformis* (ВКМ В-2717D, КОЕ не менее 1 × 10⁹), *Bacillus subtilis* (ВКМ В-2716D, КОЕ не менее 1 × 10⁹), *Saccharomyces cerevisiae* (ВКМ Y-2996D, КОЕ не менее 1 × 10⁸) и носитель (глюкозу, лактозу, мальтозу, крахмал, мел, минерал, муку, отруби — по отдельности) или их смеси. Не содержит ГМО.

³ ГОСТ 34567-2019 Мясо и мясные продукты. Метод определения влаги, жира, белка, хлористого натрия и золы с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области.

⁴ ГОСТ Р 70149-2022 Мясо и мясные продукты. Определение массовой доли триптофана спектрофотометрическим методом.

⁵ ГОСТ 23041-2015 Мясо и мясные продукты. Метод определения оксипролина.

⁶ Белково-качественный показатель характеризуется соотношением триптофана к оксипролину.

⁷ Макаров В.А., Боровков М.Ф. Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе с основами технологии продуктов животноводства. Москва. 1987; 271.

⁸ Ребезов М.Б. Ветеринарно-санитарная экспертиза продукции животного происхождения. Алматы: Эпиграф. 2019; 268.

⁹ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

¹⁰ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

опытных групп. Разница с контролем составила 0,99–1,28% (рис. 1б). У птицы II группы наблюдалось увеличение количества белка на 1,28% по сравнению с контрольным значением, III группы — на 1,56%, IV группы — на 1,39% (рис. 1в).

Под влиянием пробиотического препарата количество жира снижалось. Минимальным данный показатель был в грудных мышцах утят III группы и уступал контролю на 4,67% ($p < 0,05$). У уток II группы разница составила 3,37%, IV группы — 0,93% (рис. 1г).

Количество золы увеличилось на 0,92%, 1,84% и 0,92% соответственно (рис. 1д).

Энергетическая ценность в мышцах груди птицы опытных групп была выше, чем в мясе утят контрольной группы, на 2,36–3,87 кДж (рис. 1е).

Аналогичные изменения установлены в химическом составе бедренных мышц птицы.

Количество влаги максимальным было в мясе утят контрольной группы (рис. 1а).

Содержание сухого вещества у них было снижено на 0,04–0,43% (рис. 1б). Как в грудных, так и в бедренных мышцах уток, которым скармливали «Иммунофлор», возросло количество протеина на 0,57–1,14% (рис. 1в). Содержание жира, напротив, было снижено относительно контроля: на 2,58% — во II группе, на 3,56% ($p < 0,05$) — в III группе, на 4,53% ($p < 0,05$) — в IV группе (рис. 1г).

Содержание золы было минимальным в бедренных мышцах утят I группы и уступало значениям уток опытных групп на 0,36–1,07% (рис. 1д).

На фоне снижения количества жира наблюдалось уменьшение энергетической ценности мышц бедра птицы опытных групп на 1,42 кДж, 0,87 кДж и 3,56 кДж (рис. 1е).

Печень утки является ценным пищевым продуктом. Как в мышечной ткани, так и в печени наблюдалось снижение влаги у утят опытных групп (рис. 1а). Количество сухого вещества возросло по сравнению с контролем в образцах II группы на 1,00%, III группы — на 3,77% ($p < 0,05$), IV группы — на 3,69% ($p < 0,05$) (рис. 1б).

Содержание протеина превысило контрольный уровень на 1,47%, 5,05% ($p < 0,05$) и 4,95% ($p < 0,05$) (рис. 1в). Количество жира в печени утят опытных групп было минимальным и на 0,40–1,00% уступало показателю контрольной птицы (рис. 1г).

У утят III и IV групп содержание золы в образцах печени было больше, чем в контроле, на 1,57–2,35%, а у птицы II группы снижено на 0,78% (рис. 1д).

Рис. 1. Химический состав и энергетическая ценность грудных мышц уток

Fig. 1. Chemical composition and energy value of duck breast muscles



Энергетическая ценность печени в опытных группах превысила контрольный уровень на 4,15–15,55 кДж (рис. 1е).

Оценка лишь химического состава не полностью отражает пищевую ценность мяса.

Аминокислота триптофан преимущественно содержится в белках мышечной ткани, оксипролин — в соединительной ткани.

Максимальное количество триптофана установлено в грудных мышцах утят III группы — $308,19 \pm 2,09$ мг%, что на 1,78% больше, чем в образцах мяса контрольной группы. Во II группе изученный показатель превосходил контроль на 1,44%, IV группы — на 0,76% (рис. 2а).

Количество оксипролина максимальным было в грудных мышцах утят контрольной группы и превысило значение II опытной группы на 1,64%, III опытной — на 1,77%, IV группы — на 1,85% (рис. 2б).

Увеличение количества триптофана и снижение количества оксипролина в грудных мышцах тушек утят опытных групп способствовали увеличению показателя БКП: на 3,21% — во II группе, на 3,75% — в III группе, на 2,69% — в IV группе (рис. 2в).

В бедренных мышцах птицы опытных групп количество триптофана было больше, чем в мясе утят контрольной группы, на 2,01%, 0,86%, 1,04% соответственно (рис. 2а). Содержание оксипролина снизилось на 0,69%, 0,86% и 0,82% (рис. 2б).

Белково-качественный показатель составил у контрольной птицы 5,04, что на 3,58% меньше, чем в бедренных мышцах уток II группы, на 1,79% — III и IV группы (рис. 2в).

Как показали результаты химического состава мяса утят, включение в рацион птицы пробиотического препарата способствовало повышению количества белка и снижению количества жира, что сказалось на индексе качества мяса. Последний в грудных мышцах уток всех подопытных групп был одинаковым — 0,06. В бедренных мышцах утят опытных групп индекс качества мяса был минимальным и составил 0,17 при 0,18 в образцах птицы контрольной группы (рис. 3).

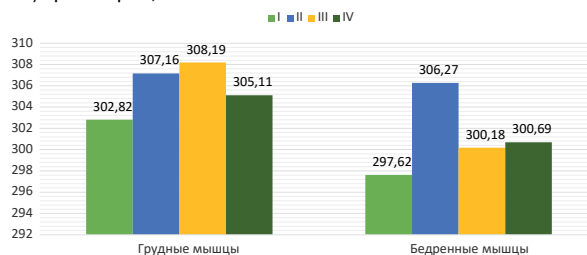
Выводы/Conclusions

Использование концентрата кормового «Имунофлор» в кормлении утят способствует улучшению пищевой ценности продуктов убоя. Так, в грудных мышцах птицы опытных групп количество протеина возросло на 1,28%, 1,56% и 1,39% соответственно, в бедренных мышцах — на 0,57–1,14%. Кроме того, увеличилась массовая доля сухого вещества и золы на фоне снижения количества жира: на 2,58–4,53% — в бедренных мышцах, на 0,93–4,67% — в грудных мышцах.

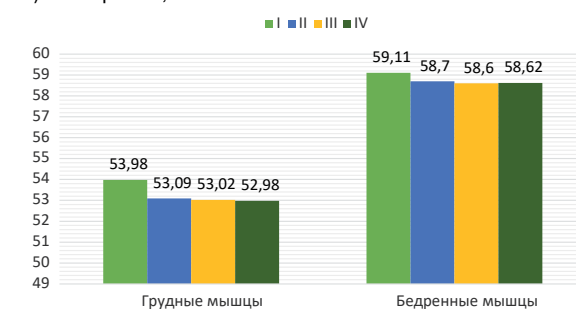
Возросла и биологическая ценность мяса за счет повышения количества триптофана и снижения количества оксипролина. Показатель БКП за счет этого был максимальным в образцах мяса уток опытных групп и превышал контрольные

Рис. 2. Биологическая ценность грудных мышц уток

Fig. 2. Biological value of duck breast muscles
а) триптофан, мг%



б) оксипролин, мг%



в) БКП

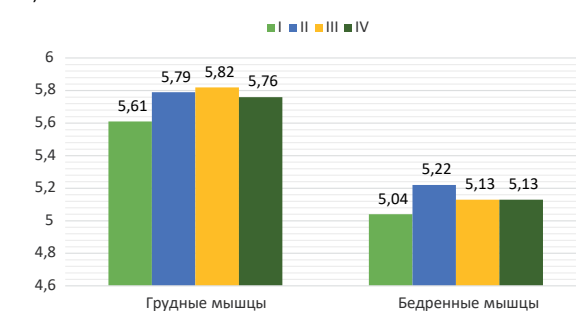
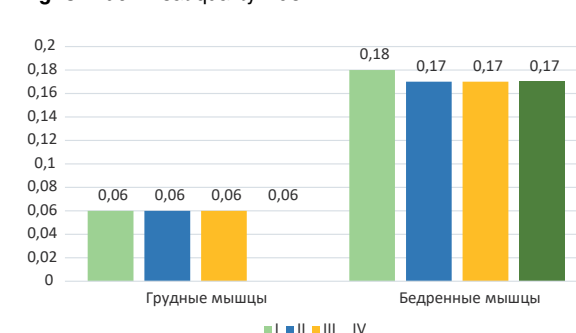


Рис. 3. Индекс качества мяса уток

Fig. 3. Duck meat quality index



значения: на 2,69–3,75% — в грудных мышцах, на 1,79–3,58% — в бедренных.

Улучшились показатели пищевой ценности печени утят. Количество сухого вещества было выше, чем в контроле, на 1,0–3,77%, белка — на 1,47–5,05%. Массовая доля жира, напротив, была ниже (на 0,40–1,01%). Возросла и энергетическая ценность (на 4,15–15,55 кДж).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Погодаев В.А., Ребезов М.Б. Продуктивность и динамика метаболических процессов в организме молодняка индеек при использовании в рационе эубиотиков на основе бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum*. *Всё о мясе*. 2023; (3): 36–47. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-3-36-47>
2. Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б. Факториальная дисперсия показателей онтогенеза на продуктивные качества поголовья товарного стада птицы мясного кросса. *Всё о мясе*. 2024; (4): 58–64. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-4-58-64>
3. Неверова О.П. и др. Влияние биотехнологической добавки на весовой рост цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; (11): 70–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>
4. Ребезов Я.М., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Химический состав мяса индеек разных породных групп. Обеспечение технологического суверенитета АПК: подходы, проблемы, решения. Сборник статей Международной научно-методической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2023; 193–195. <https://elibrary.ru/qnyotj>
5. Козерод Ю.М., Воробьева Н.В. Современное состояние птицеводства России: проблемы и решения. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2024; (5): 114–121. <https://doi.org/10.33938/215-114>
6. Плиев Ю. Стратегия развития птицеводства в России. *АПК: экономика, управление*. 2011; (2): 89–93. <https://elibrary.ru/ncyubj>
7. Пашовкина Е.В. Комплексная система управления качеством продукции птицеводства. *Формула менеджмента*. 2023; (1): 30–34. <https://elibrary.ru/bsvyrq>
8. Околева Т.М., Шарипов Р.И., Шарипов Т.Р. Кормление сельскохозяйственной птицы в вопросах и ответах. Алматы: Нур-Принт. 2019; 250. ISBN 978-601-7590-53-6 <https://elibrary.ru/hbkgt>
9. Горелик О.В., Ребезов М.Б., Долматова И.А. Научные подходы к кормлению сельскохозяйственной птицы. *За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 2-й Всероссийской молодежной научной конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2021; 4: 63–66. <https://elibrary.ru/wuknhp>
10. Янкина О.Л., Приходько А.Н., Ким Н.А. Современные тенденции кормления птицы. *Аграрный вестник Приморья*. 2020; (2): 64–67. <https://elibrary.ru/ugamfs>
11. Гугушвили Н.Н., Инюкина Т.А., Кошаев А.Г., Семененко М.П., Топурия Л.Ю. Влияние фитиммунomodлятора содахин-40 и антисептика катис на общеклинические показатели крови птиц. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2024; 112: 225–231. <https://elibrary.ru/wvksjz>
12. Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Григорьева Е.В., Ребезов М.Б. Влияние пробиотиков на продуктивность цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014; (2): 143–145. <https://elibrary.ru/sfsctr>
13. Araújo I.C.S. et al. Effect of vitamin E in ovo feeding to broiler embryos on hatchability, chick quality, oxidative state, and performance. *Poultry Science*. 2019; 98(9): 3652–3661. <https://doi.org/10.3382/ps/pey439>
14. Mohamed D.A., Abd El-Sadek M.S., Abdel-Wareth A.A.A. Effects of Copper oxide nanoparticles on productive performance of broiler chickens under climate change conditions. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2022; 4(4): 51–57.
15. Aristimunha P.C. et al. Effect of Dietary Organic Acids and Humic Substance Supplementation on Performance, Immune Response and Gut Morphology of Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2020; 29(1): 85–94. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz031>
16. Arif M., Alagaany M., Abd El-Hack M.E., Saeed M., Arain M.A., Elnesr S.S. Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2019; 20(3): 167–172. <https://doi.org/10.22099/ijvr.2019.5345>
17. Кишняйкина Е.А., Жучаев К.В. Продуктивный и физиологический эффект биологически активных веществ при выращивании цыплят-бройлеров. *Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия*. 2022; 104. ISBN 978-5-905818-14-1 <https://elibrary.ru/mtwsze>

REFERENCES

1. Pogodaev V.A., Rebezov M.B. Productivity and dynamics of metabolic processes in the body of young turkeys when using eubiotics based on the *Bifidobacterium bifidum* strain in the diet. *Vsyo o myase*. 2023; (3): 36–47 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-3-36-47>
2. Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B. Factorial dispersion of ontogenesis indicators on the productive qualities of a commercial herd of meat cross poultry. *Vsyo o myase*. 2024; (4): 58–64 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-4-58-64>
3. Neverova O.P. et al. Influence of a biotechnological additive on the weight growth of broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; (11): 70–75 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>
4. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Chemical composition of meat of turkeys of different breed groups. *Ensuring technological sovereignty of the agro-industrial complex: approaches, problems, solutions. Collection of articles of the International scientific and methodological conference dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences*. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2023; 193–195 (in Russian). <https://elibrary.ru/qnyotj>
5. Kozerod Iu.M., Vorobyeva N.V. The current state of Russian poultry production: problems and solutions. *Economy, labor, management in agriculture*. 2024; (5): 114–121 (in Russian). <https://doi.org/10.33938/215-114>
6. Pliev Yu. Strategy for the development of poultry farming in Russia. *AIC: economy, management*. 2011; (2): 89–93 (in Russian). <https://elibrary.ru/ncyubj>
7. Pashovkina E.V. Comprehensive quality management system for poultry products. *The formula of the management*. 2023; (1): 30–34 (in Russian). <https://elibrary.ru/bsvyrq>
8. Okolelova T.M., Sharipov R.I., Sharipov T.R. Feeding poultry in questions and answers. *Almaty: Nur-Print*. 2019; 250 (in Russian). ISBN 978-601-7590-53-6 <https://elibrary.ru/hbkgt>
9. Gorelik O.V., Rebezov M.B., Dolmatova I.A. Scientific approaches to feeding agricultural poultry. *The future is ours: a view of young scientists on the innovative development of society. Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Youth Scientific Conference*. Kursk: Southwest State University. 2021; 4: 63–66 (in Russian). <https://elibrary.ru/wuknhp>
10. Yankina O.L., Prikhodko A.N., Kim N.A. Current trends of poultry feeding. *Agrarian bulletin of Primorye*. 2020; (2): 64–67 (in Russian). <https://elibrary.ru/ugamfs>
11. Gugushvili N.N., Inyukina T.A., Koshchayev A.G., Semenenko M.P., Topuria L.Yu. The effect of the phytoimmunomodulator sodechin-40 and the antiseptic katis on the general clinical parameters of the blood of birds. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2024; 112: 225–231 (in Russian). <https://elibrary.ru/wvksjz>
12. Topuria G.M., Topuria L.Yu., Grigoryeva Ye.V., Rebezov M.B. Effect of probiotics on broiler-chickens productivity. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2014; (2): 143–145 (in Russian). <https://elibrary.ru/sfsctr>
13. Araújo I.C.S. et al. Effect of vitamin E in ovo feeding to broiler embryos on hatchability, chick quality, oxidative state, and performance. *Poultry Science*. 2019; 98(9): 3652–3661. <https://doi.org/10.3382/ps/pey439>
14. Mohamed D.A., Abd El-Sadek M.S., Abdel-Wareth A.A.A. Effects of Copper oxide nanoparticles on productive performance of broiler chickens under climate change conditions. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2022; 4(4): 51–57.
15. Aristimunha P.C. et al. Effect of Dietary Organic Acids and Humic Substance Supplementation on Performance, Immune Response and Gut Morphology of Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2020; 29(1): 85–94. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz031>
16. Arif M., Alagaany M., Abd El-Hack M.E., Saeed M., Arain M.A., Elnesr S.S. Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2019; 20(3): 167–172. <https://doi.org/10.22099/ijvr.2019.5345>
17. Kishnyaykina E.A., Zhuchayev K.V. The productive and physiological effect of biologically active substances in the cultivation of broiler chickens. *Kemerovo: Kuzbass State Agricultural University*. 2022; 104 (in Russian). ISBN 978-5-905818-14-1 <https://elibrary.ru/mtwsze>

18. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М., Григорьева Е.В., Порваткин И.В., Ребезов М.Б. Применение пробиотиков в ветеринарной медицине и животноводстве. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет. 2016; 192. ISBN 978-5-88838-954-6 <https://elibrary.ru/vufwuv>

19. Grant A., Gay C.G., Lillehoj H.S. *Bacillus* spp. as direct-fed microbial antibiotic alternatives to enhance growth, immunity, and gut health in poultry. *Avian Pathology*. 2018; 47(4): 339–351. <https://doi.org/10.1080/03079457.2018.1464117>

20. Sharipova A. et al. The Effects of a Probiotic Dietary Supplementation on the Livability and Weight Gain of Broilers. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 19(6): 37344. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/37344>

21. Sharipova A. et al. The Effects of a Probiotic Dietary Supplementation on the Amino Acid and Mineral Composition of Broilers Meat. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 21(6): 38429. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/38429>

22. Khaziakhmetov F. et al. Valuable Effect of Using Probiotics in Poultry Farming. *Annual Research & Review in Biology*. 2018; 25(1): 40070. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/40070>

23. Khaziakhmetov F., Khabirov A., Rebezov M., Basharov A., Ziangulov I., Okuskhanova E. Influence of Probiotics “Stimix Zoostim” on the Microflora of Faeces, Hematological Indicators and Insensitivity of Growth of Calves of the Dairy Period. *International Journal of Veterinary Science*. 2018; 7(4): 178–181. <https://elibrary.ru/yjffif>

24. Khaziakhmetov F. et al. Effect of Probiotics on Calves, Weaned Pigs And Lamb Growth. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(3): 866–870. <https://elibrary.ru/xmclsh>

25. Heeney D.D., Gareau M.G., Marco M.L. Intestinal *Lactobacillus* in health and disease, a driver or just along for the ride? *Current Opinion in Biotechnology*. 2018; 49: 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.08.004>

26. Maguire M., Maguire G. Gut dysbiosis, leaky gut, and intestinal epithelial proliferation in neurological disorders: towards the development of a new therapeutic using amino acids, prebiotics, probiotics, and postbiotics. *Reviews in the Neurosciences*. 2019; 30(2): 179–201. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2018-0024>

27. Комарова О.Н., Хавкин А.И. Взаимосвязь стресса, иммунитета и кишечной микробиоты. *Педиатрическая фармакология*. 2020; 17(1): 18–24. <https://doi.org/10.15690/pf.v17i1.2078>

28. Шагивалеев Б.Р., Хазиахметов Ф.С. Пробиотики при выращивании молодняка уток и гусей. *Основы и перспективы органических биотехнологий*. 2020; (4): 53–57. <https://elibrary.ru/brclex>

29. Дуктов А.П., Красочко П.А., Серяков И.С., Еремец В.И., Неминушчая Л.А., Проворотова А.В. Биополимеры, иммуностимуляторы и пробиотики в бройлерном птицеводстве. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. 2016; 289. ISBN 978-985-467-623-4 <https://elibrary.ru/yquwrz>

30. Khabirov A. et al. Effect of Normosil Probiotic Supplementation on the Growth Performance and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. 2020; 54(4): 1046–1055.

31. Ребезов М.Б., Топурия Л.Ю., Фатеева О.О. Влияние пробиотиков на минеральный состав крови уток. *Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт. Сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2020; 225–227. <https://elibrary.ru/nwxtrf>

18. Topuriya L.Yu., Topuriya G.M., Grigoryeva E.V., Porvatkin I.V., Rebezov M.B. Application of probiotics in veterinary medicine and animal husbandry. Orenburg: Orenburg State Agrarian University. 2016; 192 (in Russian). ISBN 978-5-88838-954-6 <https://elibrary.ru/vufwuv>

19. Grant A., Gay C.G., Lillehoj H.S. *Bacillus* spp. as direct-fed microbial antibiotic alternatives to enhance growth, immunity, and gut health in poultry. *Avian Pathology*. 2018; 47(4): 339–351. <https://doi.org/10.1080/03079457.2018.1464117>

20. Sharipova A. et al. The Effects of a Probiotic Dietary Supplementation on the Livability and Weight Gain of Broilers. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 19(6): 37344. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/37344>

21. Sharipova A. et al. The Effects of a Probiotic Dietary Supplementation on the Amino Acid and Mineral Composition of Broilers Meat. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 21(6): 38429. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/38429>

22. Khaziakhmetov F. et al. Valuable Effect of Using Probiotics in Poultry Farming. *Annual Research & Review in Biology*. 2018; 25(1): 40070. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/40070>

23. Khaziakhmetov F., Khabirov A., Rebezov M., Basharov A., Ziangulov I., Okuskhanova E. Influence of Probiotics “Stimix Zoostim” on the Microflora of Faeces, Hematological Indicators and Insensitivity of Growth of Calves of the Dairy Period. *International Journal of Veterinary Science*. 2018; 7(4): 178–181. <https://elibrary.ru/yjffif>

24. Khaziakhmetov F. et al. Effect of Probiotics on Calves, Weaned Pigs And Lamb Growth. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(3): 866–870. <https://elibrary.ru/xmclsh>

25. Heeney D.D., Gareau M.G., Marco M.L. Intestinal *Lactobacillus* in health and disease, a driver or just along for the ride? *Current Opinion in Biotechnology*. 2018; 49: 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.08.004>

26. Maguire M., Maguire G. Gut dysbiosis, leaky gut, and intestinal epithelial proliferation in neurological disorders: towards the development of a new therapeutic using amino acids, prebiotics, probiotics, and postbiotics. *Reviews in the Neurosciences*. 2019; 30(2): 179–201. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2018-0024>

27. Komarova O.N., Khavkin A.I. Correlation Between Stress, Immunity and Intestinal Microbiota. *Pediatric pharmacology*. 2020; 17(1): 18–24 (in Russian). <https://doi.org/10.15690/pf.v17i1.2078>

28. Shagivaleev B.R., Khaziakhmetov F.S. Probiotics for growing young ducks and goose. *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologii*. 2020; (4): 53–57 (in Russian). <https://elibrary.ru/brclex>

29. Duktov A.P., Krasochko P.A., Seryakov I.S., Yermets V.I., Neminushchaya L.A., Provorotova A.V. Biopolymers, immunostimulants and probiotics in broiler poultry farming. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy. 2016; 289 (in Russian). ISBN 978-985-467-623-4 <https://elibrary.ru/yquwrz>

30. Khabirov A. et al. Effect of Normosil Probiotic Supplementation on the Growth Performance and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. 2020; 54(4): 1046–1055.

31. Rebezov M.B., Topuriya L.Yu., Fateeva O.O. Effect of probiotics on mineral composition of duck blood. *Prospects for the development of the industry and enterprises of the agro-industrial complex: domestic and international experience. Collection of materials of the International scientific and practical conference*. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2020; 225–227 (in Russian). <https://elibrary.ru/nwxtrf>

ОБ АВТОРАХ

Гоча Мирианович Топурия

доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии
golaso@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9485-5282>

Оренбургский государственный медицинский университет Минздрава России,
ул. Советская, 6, Оренбург, 460014, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Gocha Mirianovich Topuria

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Normal Physiology
golaso@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9485-5282>

Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
6 Sovetskaya Str., Orenburg, 460014, Russia

УДК 636.237.21.082

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-75-80

С.Ю. Харлап¹А.С. Горелик² ✉О.В. Горелик¹М.Б. Ребезов^{1, 3}¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия²Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия³Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ temae077ex@mail.ru

Поступила в редакцию: 15.01.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Харлап С.Ю., Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-75-80

Svetlana Yu. Kharlap¹Artyom S. Gorelik² ✉Olga V. Gorelik¹Maksim B. Rebezov^{1, 3}¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia²Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Civil Defense, Emergencies and Disaster Response of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia³Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

✉ temae077ex@mail.ru

Received by the editorial office: 15.01.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B.

Динамика молочной продуктивности коров по лактациям в зависимости от степени инбридинга

РЕЗЮМЕ

В настоящее время на сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области уже сконцентрировано большое поголовье инбредных коров, которое составляет от 60 до 90% от общего количества со степенью инбридинга «умеренный» и «отдаленный». Установлено, что коровы, полученные в результате применения тесного инбридинга, использовались 6 лактаций, близкого инбридинга — 7, умеренного — 5, отдаленного — 11 лактаций, аутбредные — 9 лактаций. Удой у коров всех групп изменялся по лактациям, увеличиваясь с возрастом на 546–944 кг (5,9% и 10,9% соответственно), что является самым значительным повышением по группам в зависимости от возраста. Во всех группах зафиксировано повышение удоя по второй лактации относительно первой. Далее со второй по третью лактацию отмечается повышение удоя (180–320 кг) молока у коров с тесным, близким, умеренным и отдаленным инбридингом. После достижения физиологической зрелости в группах коров разного типа подбора и степени инбредности (3–4-й лактации) идет снижение удоя с колебаниями в ту или иную сторону. У коров голштинской породы независимо от типа подбора и степени инбридинга проявляется закономерное повышение удоя по второй лактации, однако в пределах на 5,9–10,9%, что объясняется доминантой молочной продуктивности и созданием благоприятных условий для животных и проявления генетического потенциала уже по первой лактации. Не установлено изменений качественных показателей молока в зависимости от возраста и степени инбридинга.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, коровы, подбор, степень инбридинга, возраст, продуктивность

Для цитирования: Харлап С.Ю., Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Динамика молочной продуктивности коров по лактациям в зависимости от степени инбридинга. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 75–80.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-75-80>

Dynamics of dairy productivity of cows by lactation, depending on the degree of inbreeding

ABSTRACT

Currently, agricultural enterprises in the Sverdlovsk region have already concentrated a large number of inbred cows, which range from 60 to 90% of the total number with a degree of inbreeding of “moderate” and “remote”. It was found that cows obtained as a result of close inbreeding used 6 lactation, close inbreeding — 7, moderate — 5, distant — 11 lactation, outbred — 9 lactation. Milk yield in cows of all groups varied by lactation, increasing with age by 546–944 kg (5.9% and 10.9%, respectively), which is the most significant increase in groups depending on age. In all groups, an increase in milk yield during the second lactation was recorded relative to the first. Further, from the second to the third lactation, there is an increase in milk yield (180–320 kg) in cows with close, close, moderate and distant inbreeding. After reaching physiological maturity, in groups of cows of different types of selection and degree of inbred (3–4 lactation), milk yield decreases with fluctuations in one direction or another. Holstein cows, regardless of the type of selection and the degree of inbreeding, exhibit a natural increase in milk yield during the second lactation, however, in the range of 5.9–10.9%, which is explained by the dominant milk productivity and the creation of favorable conditions for animals to display their genetic potential after the first lactation. No changes in milk quality have been found depending on age and degree of inbreeding.

Key words: cattle, Holstein breed, cows, selection, degree of inbreeding, age, productivity

For citation: Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Dynamics of dairy productivity of cows by lactation, depending on the degree of inbreeding. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 75–80 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-75-80>

Введение/Introduction

Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации до 2030 года¹ направлена на достижение устойчивого и перспективного роста отечественного АПК. Её ключевая задача — замещение импортных поставок продукции, имеющей стратегическое значение для страны [1]. Кроме того, обеспечение продовольственной безопасности страны зависит от развития агропромышленного комплекса страны в целом и в частности животноводства, поскольку именно от сельскохозяйственных животных получают полноценные продукты питания. Одним из таких продуктов является молоко. От молочного скота, который в данное время на 65% и более представлен особями голштинской породы, получают почти 99,0% молока [2–6].

Голштинский скот, используемый в стране, был завезен из-за рубежа и получен в результате поглотительного скрещивания отечественного молочного скота с быками-производителями голштинской породы зарубежной селекции. Внедрение голштинской породы в отечественное черно-пестрое скотоводство началось в 70-х годах XX века с целью повышения надоев, улучшения экстерьера, а также ускорения роста и развития молодняка.

Интенсивное распространение голштинов, или «голштинизация», пришлось на 1980-е годы и охватило большинство основных пород в стране. Это привело к росту молочной продуктивности, однако ухудшило показатели воспроизводства и сократило срок хозяйственного использования [7–12].

Повсеместное использование мирового генофонда голштинских быков привело к созданию большого массива голштинизированного молочного скота с высокой долей кровности по голштинам, который по последней породной инвентаризации 2021 года был признан голштинской породой [13–15]. Значительные успехи в племенной ценности были обеспечены благодаря интенсивной селекции по комплексу признаков и отбору лучших представителей популяции. Это в свою очередь привело к постепенному увеличению инбридинга в стадах и формированию более однородной популяции животных как в фенотипическом, так и в генетическом выражении [8, 13]. Животные отличаются высокими показателями молочной продуктивности и хорошей приспособленностью к промышленной технологии производства молока [16–18].

Однако широкомасштабная голштинизация выявила определенные проблемы: сокращение

воспроизводительной функции, сокращение продуктивного долголетия, нехватка ремонтного молодняка для обновления молочного стада и увеличение количества инбредных животных, а отказ от линейного разведения в пользу определенных быков-производителей, которые получены в результате инбридинга для закрепления признаков, повышает риски [19–21].

В настоящее время на сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области Российской Федерации уже сконцентрировано значительное поголовье инбредных коров, которое составляет от 60 до 90% от общего количества с степенью инбридинга «умеренный» и «отдаленный» [22–24].

Вопрос о влиянии степени инбридинга на продуктивные качества коров актуален и имеет практическое и научное значение.

Цель работы — изучение влияния степени инбридинга на динамику молочной продуктивности коров по лактациям.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в одном из типичных племенных репродукторов по разведению молочного скота голштинской породы Свердловской области. Условия содержания, основной рацион, режим и фронт кормления и поения, параметры микроклимата для всех групп были одинаковыми и соответствовали зоогигиеническим нормам².

Материалом и данными для сравнения служили база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот»³, результаты собственных исследований.

Учитывали удой за 305 дней лактации по лактациям, МДЖ и МДБ в молоке по лактациям. Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622⁴, ГОСТ 26809.1⁵. Молочную продуктивность (удой, содержание жира, белка в молоке) коров контролировали по контрольным дойкам. Содержание жира и белка определяли в средней пробе молока от каждой коровы один раз в месяц в молочной лаборатории Уралплемцентра⁶ (г. Екатеринбург, Россия).

Для проведения исследований все коровы, которые на 30.10.2024 закончили лактацию, были распределены по группам в зависимости от степени инбредности: аутбредные, с тесным, близким, умеренным и отдаленным инбридингом.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, используемых для научных целей⁶,

¹ Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года.

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 года № 2567-п. — URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHr.pdf>

² Морозова Н.И. и др. Молочная продуктивность голштинских коров при круглогодичном стойловом содержании (монография). Рязань, 2013.

³ <https://plnir.ru/selexdairy cattle>

⁴ ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

⁵ ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молочносодержащие продукты.

⁶ <https://www.uralplem.ru/rists/lskkm/perechen-uslug>

и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Интересны данные и о динамике удоя по лактационной деятельности групп коров в зависимости от степени инбридинга и метода подбора (рис. 1).

На графике представлены данные об изменении удоя в каждой группе коров по лактациям. Установлено, что коровы, полученные в результате применения тесного инбридинга, использовались 6 лактаций, близкого инбридинга — 7, умеренного — 5, отдаленного — 11, аутбредные — 9 лактаций.

Таким образом, установлена определенная зависимость длительности продуктивного периода от метода подбора. Более продолжительно можно использовать коров с отдаленным инбридингом, на втором месте были аутбредные коровы. Животные, полученные в результате умеренного инбридинга, использовались до 5 лактаций.

Удой у коров всех групп изменялся по лактациям, увеличиваясь с возрастом на 546–944 кг (5,9% и 10,9% соответственно), что является самым значительным повышением по группам в зависимости от возраста. Во всех группах зафиксировано повышение удоя по второй лактации относительно первой. Со второй по третью лактацию отмечается повышение удоя (180–320 кг) молока у коров с тесным, близким, умеренным и отдаленным инбридингом. Дальнейшее повышение по четвертой лактации у коров с тесным и близким инбридингом, у которых, начиная с пятой лактации, наблюдалось снижение удоя — на 771 кг и 371 кг соответственно.

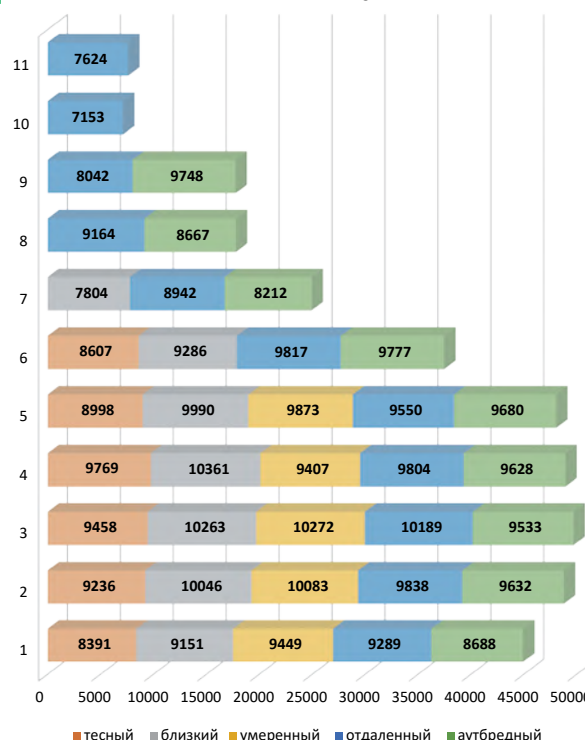
У коров, полученных в результате гетерогенного подбора, отмечено некоторое снижение удоя по третьей лактации, а затем — повышение до шестой лактации включительно. Что касается показателей удоя по последней лактации: во всех группах, за исключением коров с тесным и близким инбридингом, которые были выше, чем в предыдущую лактацию, что объясняется снижением поголовья коров в этом возрасте, они оказались самыми низкими.

Следует отметить колебания удоя по лактациям во всех группах коров не только в сторону повышения с возрастом, но и после достижения ими физиологической зрелости в возрасте третьей лактации. Колебания удоя в зависимости от возраста относительно предыдущей лактации представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 хорошо видно, что уже по первой лактации наблюдаются

Рис. 1. Динамика удоя по группам коров в зависимости от длительности использования в лактациях, кг

Fig. 1. Dynamics of milk yield by groups of cows depending on the duration of use in lactations, kg



высокие показатели по удою, то есть первотелки проявляют свой генетический потенциал продуктивности, и по второй лактации установлено повышение удоя на 5,9–10,9% относительно первой в зависимости от типа подбора и степени инбридинга. Считается, что наиболее высокие показатели по удою у половозрелых коров. Половозрелой считается животное по третьей лактации, то есть должны быть наиболее высокие показатели. Это подтверждается в данном случае, несмотря на

Таблица 1. Изменение удоя по лактациям относительно предыдущей, %

Table 1. Change in milk yield by lactation relative to the previous one, %

Лактация	Вид подбора				
	Аутбридинг	тесный	близкий	умеренный	отдаленный
1-я	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2-я	110,9	110,1	109,8	106,7	105,9
3-я	99,0	102,4	102,2	101,9	103,6
4-я	101,0	103,3	101,0	91,6	96,2
5-я	100,5	92,1	96,4	105,0	97,4
6-я	101,0	95,5	93,0	–	102,8
7-я	84,0	–	84,0	–	91,1
8-я	106,8	–	–	–	102,5
9-я	112,5	–	–	–	87,8
10-я	–	–	–	–	89,0
11-я	–	–	–	–	106,6

⁷ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

⁸ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

то что у коров гетерогенного подбора (аутбредных) идет незначительное и недостоверное снижение продуктивности относительно второй лактации — 99 кг, или 1,0%. Далее в группах коров с тесным и близким инбридингом наблюдается незначительное повышение удоя, что, скорее всего, связано с нарастанием действия гомозиготных генов продуктивности.

У аутбредных коров установлено повышение удоя, что связываем с лучшим восстановлением организма после предыдущих циклов лактационной деятельности коров. После достижения физиологической зрелости в группах коров разного типа подбора и степени инбредности (3–4-й лактации) идет снижение удоя с колебаниями в ту или иную сторону, что определяется кормовой базой, индивидуальными свойствами организма и другими факторами, чаще всего не связанными с закономерностями лактационной деятельности животных.

Для отечественного скота молочного направления продуктивности была установлена определенная закономерность повышения удоя с возрастом, связанная с возможностью проведения раздоя и физиологическими основами роста и развития организма. Считалось, что удой по второй лактации относительно первой увеличивается на 1,11, а по третьей — на 1,33.

В данном случае у коров голштинской породы (независимо от типа подбора и степени инбридинга) проявляется закономерное повышение удоя по второй лактации, однако в пределах на 5,9–10,9%, что объясняется доминантой молочной продуктивности и созданием благоприятных условий для животных и проявления генетического потенциала уже по первой лактации (табл. 2).

Повышение по третьей лактации относительно первой отмечено повышением удоя, но значительно ниже, чем было заложено при разведении отечественного молочного скота, и составляет от 8,7 до 13,0% от удоя за первую лактацию.

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод о повышении продуктивности у половозрелых коров, но в пределах 10–15% от удоя молодых животных и их стабильности при длительном использовании.

Были установлены закономерности изменения качественных показателей молока у коров с разной степенью инбредности (рис. 2, 3).

Поданным, представленным на графике, невозможно сделать вывод о какой-то закономерности изменений массовой доли

Таблица 2. Соотношение изменения удоя по 2-й и 3-й лактациям относительно 1-й

Table 2. Ratio of milk yield changes in the 2nd and 3rd lactations relative to the 1st

Лактация	Вид подбора				
	Аутбридинг	Инбридинг			
		тесный	близкий	умеренный	отдаленный
1-я:2-я	1:1,109	1:1,099	1:1,098	1:1,067	1:1,059
1-я:3-я	1:1,110	1:1,130	1:1,122	1:1,087	1:1,097
2-я:3-я	1:0,990	1:1,020	1:1,020	1:1,020	1:1,035

Рис. 2. Динамика МДЖ в молоке в группах коров в зависимости от степени инбридинга

Fig. 2. Dynamics of MJ in milk in groups of cows depending on the degree of inbreeding

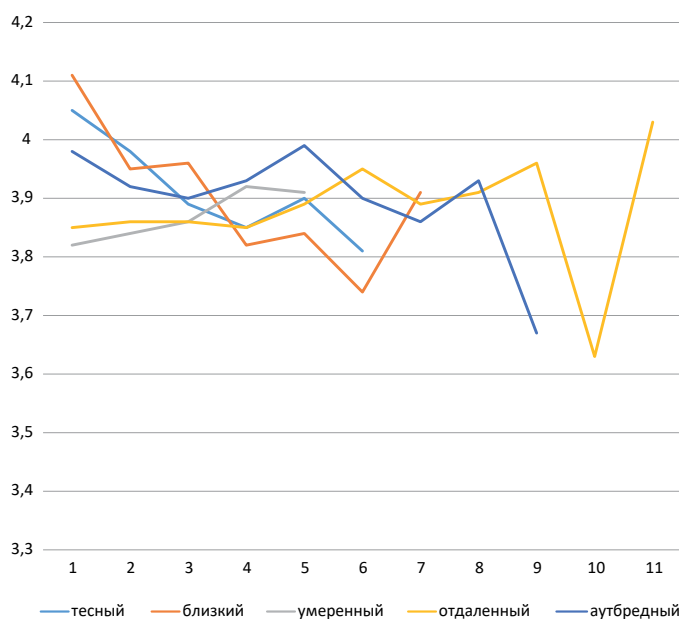
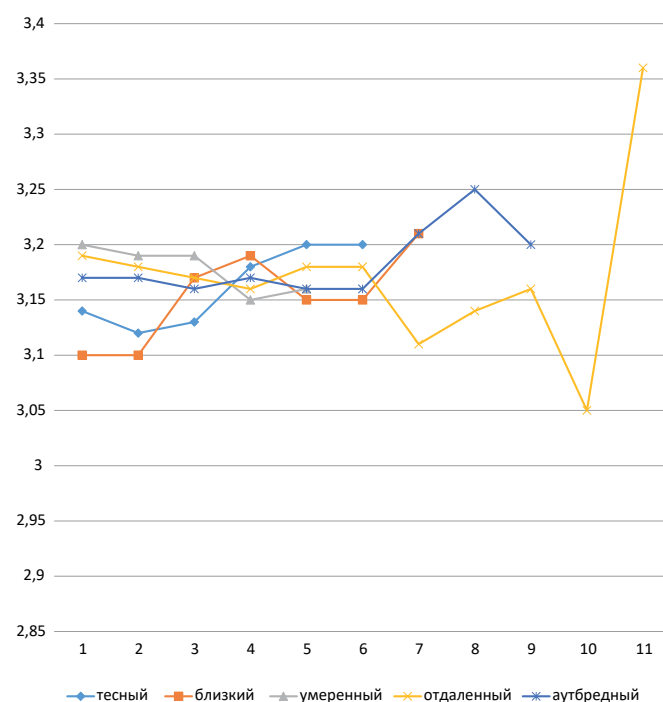


Рис. 3. Динамика МДБ в молоке в группах коров в зависимости от степени инбридинга

Fig. 3. Dynamics of MDB in milk in groups of cows depending on the degree of inbreeding



жира в молоке в зависимости от возраста. Во всех группах она изменялась постоянно, то снижаясь, то повышаясь по лактациям. Невозможно установить влияние метода подбора и степени инбредности на данный качественный показатель молока. Установлено снижение массовой доли жира в молоке с возрастом в группе коров с близкой степенью инбридинга.

По МДБ в молоке, так же как и по первому качественному показателю молока — МДЖ в молоке, закономерных изменений не установлено, что хорошо видно на рисунке 3.

Массовая доля белка в молоке изменяется незначительно — в пределах от 3,05 до 3,36%. В последнем случае это было несколько голов коров по одиннадцатой лактации с отдаленным инбридингом и удоем, который был ниже среднего по стаду.

Таким образом, не установлено изменений качественных показателей молока в зависимости от возраста и степени инбридинга.

Выводы/Conclusions

На основании изложенного можно сделать следующие выводы: установлена определенная зависимость длительности продуктивного периода от метода подбора; у коров голштинской породы независимо от типа подбора и степени инбридинга проявляется закономерное повышение удоя по второй лактации в пределах на 5,9–10,9%; после достижения физиологической зрелости в группах коров разного типа подбора и степени инбредности (3–4-й лактации) идет снижение удоя с колебаниями в ту или иную сторону; не установлено изменений качественных показателей молока в зависимости от возраста и степени инбридинга.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамова Н.И., Хромова О.Л., Селимян М.О., Зенкова Н.В. Современное состояние молочного скотоводства в мире, России и Вологодской области. *АгроЗооТехника*. 2024; 7(2): 4. <https://doi.org/10.15838/alt.2024.7.2.4>
2. Mazurov V., Sanova Z. Innovative approaches to the development of dairy cattle breeding in the Kaluga region. *BIO Web of Conferences*. 2023; 66: 14006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236614006>
3. Иванова И.П., Троценко И.В. Биологические особенности и хозяйственно полезные качества популяции молочного скота Омской области. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2021; 58(1): 77–82. <https://www.elibrary.ru/stnykg>
4. Kostomakhin N., Tseiko L., Kostomakhin M. Reproductive and productive traits of cows of Holstein breed depending on the level of inbreeding. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411301009>
5. Паронян И.А. Возможности сохранения и совершенствования генофонда пород крупного рогатого скота отечественной селекции. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(5): 63–66. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10516>
6. Бильков В., Анищенко Н., Чурбаков Ю. Интенсификация лактационной деятельности и продуктивное долголетие коров в высокопродуктивных стадах. *Молочное и мясное скотоводство*. 2011; (8): 11–12. <https://www.elibrary.ru/ondhqb>
7. Есмагамбетов К.К. Лактационные кривые черно-пестрых коров разного возраста. *Аграрный вестник Урала*. 2011; (2): 23–24. <https://www.elibrary.ru/pasyox>
8. Dosmukhamedova M., Esanov A., Shakirov K., Khodjayev U. Caring methods of male and female Holstein breed cattle and improving high-productive cattle herds in the condition of Uzbekistan. *E3S Web of Conferences*. 2021; 258: 04029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125804029>
9. Китаев Е.А., Ефремов А.А. Влияние возраста проявления наивысшей продуктивности на продуктивное долголетие коров. *Известия Самарской сельскохозяйственной академии*. 2012; (1): 55–59. <https://www.elibrary.ru/oqmodp>
10. Кузнецов А.В., Щепкин С.В. Особенности представления сведений о молочной продуктивности коров в системе СЕЛЭКС и их интерпретация. *Научный журнал КубГАУ*. 2013; 90: 479–499. <https://www.elibrary.ru/rcexwb>
11. Сидоренко Р.П. Возрастные изменения молочной продуктивности коров. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2014; 17(1): 282–289. <https://www.elibrary.ru/vtnezi>
12. Герасимова А.С., Прищеп Е.А., Леутина Д.В. Инбридинг в совершенствовании продуктивности коров сычевской породы. *Промышленность и сельское хозяйство*. 2020; (2): 10–14. <https://www.elibrary.ru/pxgtfz>

REFERENCES

1. Abramova N.I., Khromova O.L., Selimyan M.O., Zenkova N.V. Current state of dairy cattle breeding in the world, Russia and the Vologda region. *Agricultural and Livestock Technology*. 2024; 7(2): 4 (in Russian). <https://doi.org/10.15838/alt.2024.7.2.4>
2. Mazurov V., Sanova Z. Innovative approaches to the development of dairy cattle breeding in the Kaluga region. *BIO Web of Conferences*. 2023; 66: 14006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236614006>
3. Ivanova I.P., Trotsenko I.V. Biological features and economically useful qualities of dairy cattle population in Omsk region. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021; 58(1): 77–82 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/stnykg>
4. Kostomakhin N., Tseiko L., Kostomakhin M. Reproductive and productive traits of cows of Holstein breed depending on the level of inbreeding. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411301009>
5. Paronyan I.A. Possibilities of preservation and improvement of the gene pool of cattle of domestic breeding. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2018; 32(5): 63–66 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10516>
6. Bilkov V., Anischenko N., Churbakov Yu. Intensification of lactation and productive longevity of cows in high-production herds. *Dairy and beef cattle farming*. 2011; (8): 11–12 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ondhqb>
7. Yesmagambetov K.K. The dynamics of the lactation curves of the Ural type Black and White cows. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011; (2): 23–24 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pasyox>
8. Dosmukhamedova M., Esanov A., Shakirov K., Khodjayev U. Caring methods of male and female Holstein breed cattle and improving high-productive cattle herds in the condition of Uzbekistan. *E3S Web of Conferences*. 2021; 258: 04029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125804029>
9. Kitaev E.A., Efremov A.A. Influence of the highest efficiency age display for the cows productive longevity. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2012; (1): 55–59 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oqmodp>
10. Kuznetsov A.V., Shchepkin S.V. Peculiarities of representation of the information about the productivity of dairy cows in the "SELAX" system and their interpretation. *Scientific Journal of KubSAU*. 2013; 90: 479–499 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rcexwb>
11. Sidorenko R.P. Age-related changes in milk productivity of cows. *Current problems of intensive development of animal husbandry*. 2014; 17(1): 282–289 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vtnezi>
12. Gerasimova A.S., Prishchep E.A., Leutina D.V. Inbreeding in improving the productivity of Sychevskaya cows. *Promyshlennost' i sel'skoye khozyaystvo*. 2020; (2): 10–14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pxgtfz>

13. Неверова О.П., Горелик О.В., Садовников Н.В., Мымрин В.С., Кошчаева О.В. Особенности возрастной лактационной деятельности коров разной линейной принадлежности. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022; 96: 259–271. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-96-259-271>
14. Shakirov Kh., Shayusupov B. Formation of exterior features in technological conditions of traditional keeping and feeding of Chinese Holstein cows. *E3S Web of Conferences*. 2023; 389: 03096. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903096>
15. Зырянова С.В., Лапина М.Ю. Инбридинг, его влияние на хозяйственно ценные признаки крупного рогатого скота ярославской породы. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2019; (4–1): 37–44. <https://www.elibrary.ru/mpltsr>
16. Petrov O., Semenov V., Alekseev V. Milk productivity of Holstein cows at optimization of fat levels in their diets. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935: 012014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012014>
17. Кузякина Л.И. Влияние инбридинга на хозяйственные признаки в молочном скотоводстве. *Вестник Вятской ГСХА*. 2021; (2): 6. <https://www.elibrary.ru/oxelex>
18. Любимов А.И., Юдин В.М. Эффективность применения инбридинга в процессе совершенствования черно-пестрой породы крупного рогатого скота. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014; (1): 66–69. <https://www.elibrary.ru/saeyet>
19. Смагдов М.Г. Оценка инбридинга у голштинизированного скота. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; (3): 3–7. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.23.86.001>
20. Горелик О.В., Юрченко Н.А., Харлап С.Ю. Эффективность производства молока коровами в зависимости от уровня инбридинга. *Вестник биотехнологии*. 2020; (1): 8. <https://www.elibrary.ru/gnfyut>
21. Донник И.М., Мымрин В.С., Лоретц О.Г., Севостьянов М.Ю., Лиходеевская О.Е., Барашкин М.И. Влияние инбридинга на живую массу коров, экономическая эффективность инбридинга и рекомендации производству. *Аграрный вестник Урала*. 2013; (6): 6–8. <https://www.elibrary.ru/rbluvj>
22. Горелик О.В., Лиходеевская О.Е., Маслюк А.Н. Эффективность выращивания ремонтных телок разной степени инбредности. *Теория и практика мировой науки*. 2021; (10): 42–46. <https://www.elibrary.ru/rfmwji>
23. Лаптев А.Е., Горелик О.В., Горелик А.С. Влияние степени инбридинга на эффективность выращивания и производства молока. *Молодежь и наука*. 2022; (8): 22. <https://www.elibrary.ru/zchhcc>
24. Богатова П.С., Лиходеевский Г.А., Лиходеевская О.Е. Взаимосвязь геномного и расчетного инбридинга в популяции крупного рогатого скота голштинской породы Свердловской области. *Аграрный вестник Урала*. 2024; 24(9): 1158–1171. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-09-1158-1171>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Юрьевна Харлап¹
кандидат биологических наук, доцент
proffuniver@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Артём Сергеевич Горелик²
кандидат биологических наук
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Ольга Васильевна Горелик¹
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов
olgao205en@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Максим Борисович Ребезов^{1,3}
• профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук¹;
• главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

¹Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

²Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, ул. Мира, 22, Екатеринбург, 620062, Россия

³Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

13. Neverova O.P., Gorelik O.V., Sadovnikov N.V., Mymrin V.S., Koshchaeva O.V. Features of age-related lactation activity of cows of different linear affiliation. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; 96: 259–271 (in Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-96-259-271>

14. Shakirov Kh., Shayusupov B. Formation of exterior features in technological conditions of traditional keeping and feeding of Chinese Holstein cows. *E3S Web of Conferences*. 2023; 389: 03096. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903096>

15. Zyryanova S.V., Lapina M.Yu. Inbreeding, its influence on the economically valuable characteristics of Yaroslavl breed. *The Bulletin Donskoy State Agrarian University*. 2019; (4–1): 37–44 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mpltsr>

16. Petrov O., Semenov V., Alekseev V. Milk productivity of Holstein cows at optimization of fat levels in their diets. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935: 012014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012014>

17. Kuzyakina L.I. Inbreeding influence on economic characteristics in dairy cattle breeding. *Vestnik Vyatskoy GSKhA*. 2021; (2): 6 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oxelex>

18. Lyubimov A.I., Yudin V.M. Effectiveness of inbreeding for black-mottled breed of cattle improving. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2014; (1): 66–69 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/saeyet>

19. Smaragdov M.G. Assessment of inbreeding of the Holsteinized cattle. *Dairy and beef cattle farming*. 2020; (3): 3–7 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.23.86.001>

20. Gorelik O.V., Yurchenko N.A., Harlap S.Yu. Efficiency of milk production by cows depending on the level of inbreeding. *Bulletin of biotechnology*. 2020; (1): 8 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gnfyut>

21. Donnik I.M., Mymrin V.S., Loretts O.G., Sevostyanov M.Yu., Likhodeevskaya O.E., Barashkin M.I. The influence of inbreeding on a live weight of cows, the cost effectiveness of inbreeding and production recommendations. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013; (6): 6–8 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rbluvj>

22. Gorelik O.V., Likhodeevskaya O.E., Maslyuk A.N. The efficiency of rearing replacement heifers of varying degrees of inbreeding. *Theory and practice of the world science*. 2021; (10): 42–46 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rfmwji>

23. Laptev A.E., Gorelik O.V., Gorelik A.S. Influence of the degree of inbreeding efficiency of milk cultivation and production. *Youth and science*. 2022; (8): 22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zchhcc>

24. Bogatova P.S., Likhodeevsky G.A., Likhodeevskaya O.E. The relationship between genomic and estimated inbreeding in the population of Holstein cattle in Sverdlovsk region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24(9): 1158–1171 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-09-1158-1171>

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Yurievna Kharlap¹
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
proffuniver@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Artyom Sergeevich Gorelik²
Candidate of Biological Sciences
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Olga Vasilyevna Gorelik¹
Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products
olgao205en@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Maksim Borisovich Rebezov^{1,3}
• Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor¹;
• Professor of the Department of Biotechnology and Food Products, Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

¹Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

²Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Civil Defense, Emergencies and Disaster Response of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia, 22 Mira Str., Yekaterinburg, 620062, Russia

³Gorbatov Research Center for Food Systems, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

УДК 636.39.034/636.082.2

Научная статья



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-81-88

Е.А. Романова ✉

В.Б. Лейбова

О.В. Тулинова

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

✉ splicing86@gmail.com

Поступила в редакцию: 13.01.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Романова Е.А., Лейбова В.Б., Тулинова О.В.

Research article



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-81-88

Elena A. Romanova ✉

Victoria B. Leibova

Olga V. Tulanova

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals — branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, St. Petersburg, Pushkin, Russia

✉ splicing86@gmail.com

Received by the editorial office: 13.01.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Romanova E.A., Leibova V.B., Tulanova O.V.

Линейная оценка и взаимосвязь экстерьерных признаков коз зааненской породы

РЕЗЮМЕ

С целью расчета фенотипических и генетических корреляционных связей между экстерьерными признаками, а также построения линейных профилей для выявления лучших козлов производителей проведена линейная оценка экстерьера коз зааненской породы в хозяйстве Ленинградской области в июне — июле 2023 г. с использованием 9-балльной шкалы, разработанной французской ассоциацией заводчиков молочных коз. В среднем по исследуемой популяции ($n = 148$) оценки за постановку задних ног сзади варьировали от 1 до 8 баллов и в среднем по выборке составили 4,5 балла. Глубина вымени в среднем оценена в 6,4 балла, что соответствовало оптимальному его расположению для доения. Проведенный анализ фенотипических и генетических коэффициентов корреляции линейных признаков экстерьера исследуемой популяции коз выявил тесные достоверные связи оценок передних и задних ног и копыт. Генетические коэффициенты корреляции в основном соответствовали фенотипическим, но в некоторых случаях имели большую степень выраженности. Наследуемость экстерьерных признаков исследуемой популяции для показателей, характеризующих качество вымени и сосков, варьировала от $h^2 = 0,108$ для показателя «Формы соска» до $h^2 = 0,139$ для показателя «борозда вымени», а по показателям качества ног — от $h^2 = 0,122$ постановки задних ног до $h^2 = 0,128$ постановки передних копыт. Построены линейные экстерьерные профили козлов-производителей с количеством оцененных в стаде дочерей более 15 голов и установлены достоверные отличия по передаче экстерьерных характеристик между ними, что в дальнейшем может быть использовано в воспроизводстве с целью получения молодняка, отличающегося высокими экстерьерно-конституциональными показателями развития.

Ключевые слова: зааненская порода коз, линейная оценка экстерьера, экстерьерный профиль, корреляция, наследуемость, STA

Для цитирования: Романова Е.А., Лейбова В.Б., Тулинова О.В. Линейная оценка и взаимосвязь экстерьерных признаков коз зааненской породы. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 81–88.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-81-88>

Linear assessment and correlation of exterior features of Saanen goats

ABSTRACT

In order to calculate phenotypic and genetic correlations between exterior traits, as well as to construct linear profiles to identify the best male producers, a linear assessment of the exterior of Saanen goats was carried out on a farm in the Leningrad Region in June — July 2023 using a 9-point scale developed by the French Association of Dairy Goat Breeders. On average, for the studied population ($n = 148$), scores for the position of the back legs varied from 1 to 8 points and on average for the sample amounted to 4.5 points. The udder depth was estimated at 6.4 points on average, which corresponded to its optimal location for milking. The analysis of phenotypic and genetic correlation coefficients of linear exterior traits of the studied goat population revealed close reliable relationships between the scores of the front and back feet and legs. Genetic correlation coefficients generally corresponded to phenotypic ones, but in some cases had a greater degree of expression. The heritability of the external features of the studied population for indicators characterizing the quality of the udder and nipples ranged from $h^2 = 0.108$ for the “nipple shape” indicator to $h^2 = 0.139$ for the “udder groove” indicator, and in terms of leg quality — from $h^2 = 0.122$ for the hind legs to $h^2 = 0.128$ for the front hooves. Linear exterior profiles of bucks with more than 15 daughters evaluated in the herd were constructed, and reliable differences in the transmission of exterior characteristics between them were established, which can be further used in reproduction in order to obtain young animals with high exterior and constitutional development parameters.

Key words: Saanen goat breed, linear assessment of exterior, exterior profile, correlation, heritability, STA

For citation: Romanova E.A., Leibova V.B., Tulanova O.V. Linear assessment and correlation of exterior features of Saanen goats. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 81–88 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-81-88>

Введение/Introduction

Оценка коз по экстерьеру и конституции — важная составляющая в комплексной системе селекции животных [1, 2], которая в полной мере характеризует их племенные, продуктивные и адаптационные возможности. Визуальная экстерьерная оценка молочных коз, наряду с основными показателями продуктивности, является важным селекционным признаком, широко используемым в процессе совершенствования пород [3, 4], а изучение уровня взаимосвязей между удоем и линейными статями имеет важное значение.

Признаки экстерьера представляют интерес для многих заводчиков молочных коз не только как описательные сами по себе, но и из-за их влияния на молочную продуктивность, продолжительность жизни и, следовательно, на долгосрочную прибыльность [5–7].

При включении характеристик линейного типа телосложения в будущие программы разведения молочных коз необходимо учитывать взаимосвязи между ними и удоем в течение лактации [8]. Авторами установлено варьирование значений коэффициентов корреляции по всем показателям между удоем и бороздой вымени, колебания составили от $-0,42$ до $+0,18$, где положительные значения были обнаружены до 50-го дня лактации, после чего значения оставались отрицательными до ее окончания.

Выявление связей между признаками экстерьера имеют значение для селекционеров. Результаты исследования J. Fernández Álvarez *et al.* (2023) показали высокую отрицательную генетическую корреляцию признаков грубости кости и высоты заднего прикрепления вымени почти со всеми остальными параметрами экстерьера, что делает их потенциальными кандидатами на использование в качестве референсов в селекционной практике отбора [9]. Поэтому отбор животных с более тонким и плоским костяком и плотным прикреплением вымени сзади может привести к оптимизации остальных статей, особенно по структуре и объему вымени, а также по основным характеристикам молочной системы.

Влияние линейных признаков экстерьера на репродуктивную производительность высокопродуктивных молочных коз изучено M. Mellado *et al.* (2008). Результаты данных исследований показали, что козы с менее наклонным крупом и ровными ногами имели больший размер и вес помета. У коз с недостатками, связанными с системой молочной железы, как правило, были более тяжелые козления ($p < 0,07$), а козы с хорошим прикреплением вымени спереди подвергались меньшему риску мертворождений ($p < 0,05$). Козы с более сильной центральной связкой на 65% реже теряли приплод ($p < 0,05$), чем козы с более слабой бороздой [10].

Показатели линейной оценки могут быть использованы в качестве критериев отбора для увеличения продолжительности жизни у молочных коз. В исследованиях V. Castañeda-Bustos *et al.* (2016) признаки финальной оценки экстерьера, наклона крестца и прикрепления долей вымени сзади высоко коррелировали со сроком продуктивного использования [11]. Соответственно, выбор в пользу оптимальных значений экстерьерных признаков приведет к увеличению продуктивной жизни у коз.

Одна из первых шкал для оценки экстерьера мелких жвачных была разработана Американской ассоциацией молочных коз (American Dairy Goat Association, ADGA¹), которая с 1988 года используется для разных пород. Линейные признаки, включенные в эту шкалу, оцениваются от 1 до 50 с дополнительным баллом от 50 до 99, основанным на общем внешнем виде по нескольким взвешенным критериям.

Наряду с этим существует оценка признаков экстерьера, разработанная французскими заводчиками молочных коз (Capgenes² — French Diaries Éleveurs de chèvres), в основе которой лежит 9-балльная система начисления баллов для линейного типа. Линейная система учитывает индивидуальные черты типа, которые влияют на структурную и функциональную долговечность, чтобы в полной мере использовать потенциал генетического улучшения посредством отбора.

По мнению ряда зарубежных авторов, накопление данных по оценкам признаков телосложения позволит установить связь с продуктивным долголетием и репродуктивными качествами животных, что имеет решающее значение для эффективного управления стадом [12, 13].

В Российской Федерации глазомерная экстерьерная оценка коз недостаточно распространена, данные по ее результатам мало представлены в отечественных литературных источниках, однако, учитывая выводы зарубежных исследователей о значимости признаков линейной оценки, внедрение данной методики является актуальным.

Цели исследований — анализ результатов линейной оценки коз зааненской породы одного из племенных хозяйств Ленинградской области и расчет фенотипических и генетических корреляционных связей между экстерьерными признаками, а также построение линейных профилей для выявления лучших козлов-производителей.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Экспериментальную часть работы по оценке экстерьера коз первого козления выполняли в ЗАО ПЗ «Принева» Ленинградской области Российской Федерации в июне — июле 2023 г. на выровненной площадке с твердым покрытием в состоянии покоя с использованием 9-балльной шкалы,

¹ American Dairy Goat Association. Linear appraisal system for dairy goats. Spindale, NC: American Dairy Goat Association. 1996. <https://adga.org/performance-programs/linear-appraisal/>

² French Diaries Éleveurs de chèvres. Mignaloux-Beauvoir, France. <https://www.capgenes.com/>

разработанной французской ассоциацией заводчиков молочных коз [8].

Все животные ($n = 148$) являлись дочерями 12 козлов-производителей и оценивались одними классификаторами-бонитерами по признакам, описывающим качество вымени и конечностей в направлении от головы к хвосту.

Исследуемое поголовье находилось в условиях круглогодичного беспривязного содержания на глубокой подстилке в секции, рассчитанной на 180 голов. Все манипуляции с животными осуществляли соблюдением этики обращения с ними^{3, 4}. Кормовой рацион соответствовал их физиологическому статусу (первая треть лактации).

Была сформирована выборка данных по оцененным животным, включающая 10 параметров экстерьера, в том числе 6 — по признакам, характеризующим качество вымени:

- глубина вымени (udder depth, UD),
- борозда вымени (udder furrow, UF),
- прикрепление вымени сзади (udder attachment, UA),
- угол наклона соска (teat angle, TA),
- размещение сосков (teat placement, TP) и форма сосков (teat shape, TS),
- 4 признака, определяющие качество конечностей: постановка задних ног (back legs, BL) и передних ног (front legs, FL), а также постановка задних копыт (back feet, BF) и передних копыт (front feet, FF).

Генетические оценки (Standard Transmitting Abilities, STA) для выражения линейных признаков экстерьера и построения экстерьерного профиля вычисляли с помощью формулы⁵:

$$STA = \frac{(x_i - x_j)}{\delta_g}, \quad (1)$$

где x_i — показатель i -й первотелки, x_j — среднее значение показателя по j -й выборке, δ_g — генетическое стандартное отклонение признака.

Коэффициенты генетической корреляции рассчитаны через генетическую ковариационную структуру по формуле⁶:

$$r_g = \frac{cov_g}{\sqrt{V_{g1} \times V_{g2}}}, \quad (2)$$

где r_g — генетическая корреляция, cov_g — генетическая ковариация между двумя признаками с генетическими дисперсиями V_{g1} и V_{g2} .

Коэффициент наследуемости вычисляли с применением дисперсионного анализа по уравнению методом ограниченного максимального правдоподобия (Restricted Maximum Likelihood Estimation,

REML) с использованием модуля RENUMF90 (США)⁷:

$$h^2 = \frac{VarA}{VarA + VarPE + VarE}, \quad (3)$$

где $VarA$ — аддитивная генетическая вариация, $VarPE$ — вариация постоянно действующих факторов среды, $VarE$ — остаточная вариация ошибки.

Материалы исследований обработаны с использованием биометрических методов расчета с применением Microsoft Office Excel (США) и RStudio (Posit Software, PBC, США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Козы исследуемой выборки в среднем отличались относительно крупными размерами, сухостью и ярко выраженными молочными формами, прямой спиной и глубоким туловищем. Животные имели чисто белый окрас, однако отмечалось наличие светло-бежевого и желтоватого оттенков. Козы обладали достаточной крепостью конституции, сухой и тонкой кожей, легкой головой средней величины.

Глубину вымени оценивали по положению его дна относительно скакательных суставов животного при рассмотрении сбоку (рис. 1). Вымя, находившееся ниже скакательных суставов, оценивали в 1–4 балла ($n = 4$), тогда как расположенное значительно выше скакательных суставов — в 9 баллов ($n = 4$). Оценку от 5 до 8 баллов присваивали животным с выменем на уровне скакательного сустава и выше, количество которых составило 140 голов, что указывает на оптимальное расположение для машинного доения. Борозду вымени оценивали с задней стороны (обращали внимание на выступ медиальной подвешивающей связки). В изучаемой выборке оценку 1 балл присваивали животным ($n = 1$) с сильно выраженной центральной связкой, с большим расщеплением в основании вымени, тогда как 9 баллов характерно при слабой малозаметной связке ($n = 2$). Основная часть выборки оценена в 3–6 баллов ($n = 130$), что является оптимальным значением для данного параметра.

Для оценки прикрепления вымени учитывали расстояние между верхними точками прикрепления железистой ткани задних долей вымени к внутренней стороне бедер животного. Оценка 1 балл отмечена у одной головы, что соответствовало вымени со слабым и узким прикреплением, тогда как оценка 9 соответствовала широкому и сильному прикреплению. Среднее и желательное прикрепление от 7 до 9 баллов отмечено у 71 козы, что составляет 48% от всей выборки.

³ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

⁴ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

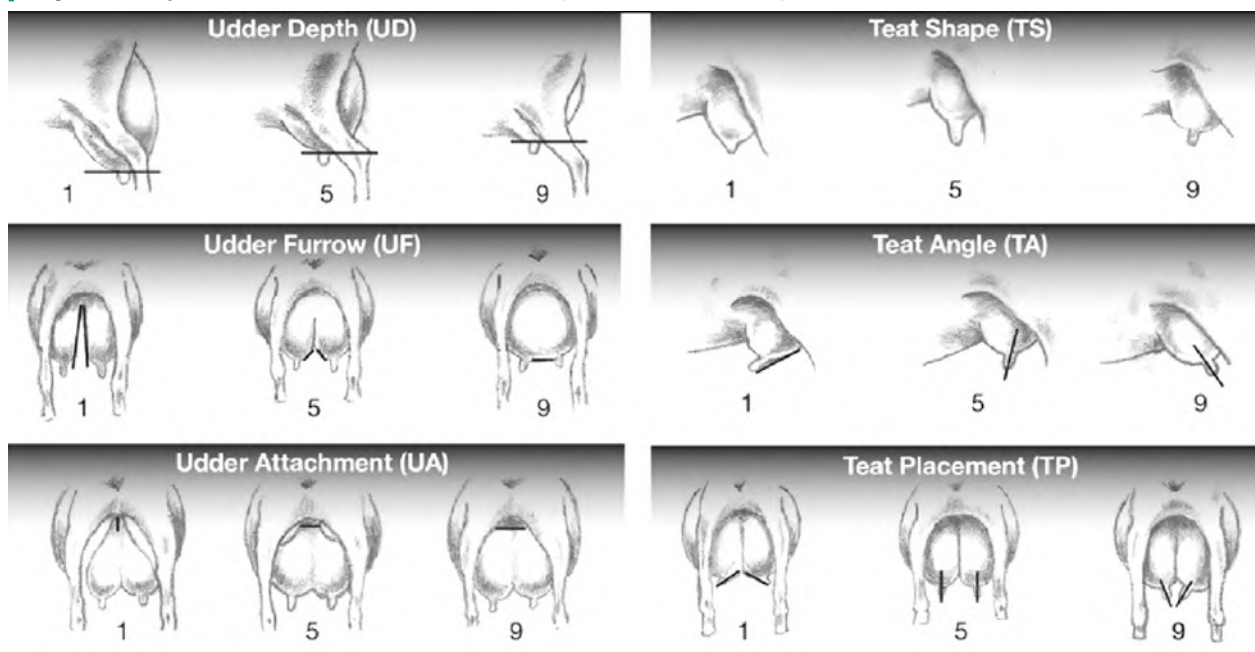
⁵ Standard operating procedures for linear appraisal evaluations. ADGA linear appraisal program. May 1, 2018.

⁶ Weller J. Genomic Selection in Animals. John Wiley & Sons. 2016; 192.

⁷ Misztal I. Computational techniques in animal breeding. University of Georgia. Athens. 2014; 200.

Рис. 1. Критерии оценки признаков вымени и сосков коз (A. McLaren *et al.*, 2016 г.)

Fig. 1. Scoring criteria used for the udder and teat traits (A. McLaren *et al.*, 2016)



Угол наклона сосков оценивали сбоку (обращали внимание на расположение сосков). При выведении сосков вперед присуждали 1–4 балла ($n = 12$) и, в противовес, при направленных сосках назад присуждали 7–9 баллов ($n = 17$). Идеальным для машинного доения является направление сосков прямо вниз (оценивали в 5 баллов), что в данной выборке зарегистрировано у 87 коз, или 59%.

Размещение сосков оценивали сзади вымени (определяли расположение сосков по отношению к середине соответствующей доли). Соски, направленные наружу друг от друга, оценивали в 1–3 балла, что отмечено у 29 голов. Соски, направленные внутрь (друг к другу), с оценкой от 7 до 9 баллов в исследуемой выборке не выявлены. Оценку 5 баллов присуждали козам ($n = 62$) с сосками, направленными прямо вниз.

При оценке формы сосков обращали внимание на диаметр и форму, которые варьировали от широкого и конического с оценками от 1 до 3 баллов ($n = 27$) до маленького и цилиндрического — 7–9 баллов ($n = 37$). Оптимальная форма сосков с оценками 5 баллов отмечена у 44 голов.

Постановку задних ног оценивали по степени близости расположения скакательных суставов при осмотре сзади (рис. 2). Постановка конечностей параллельно друг другу, оцененных

в 5 баллов, отмечена у 78 коз (53%). Животным с конечностями, направленными внутрь под серьезным углом, в результате чего скакательные суставы почти соприкасались, присуждали 1–3 балла ($n = 21$), тогда как скакательные суставы, находящиеся на большом расстоянии друг от друга и образующие бочкообразную постановку, оценивали в 7–9 баллов, что в данной выборке выявлено лишь у 5 голов. Постановка передних ног, проведенная аналогично системе оценки задних ног, показала оптимальное расположение конечностей у 84 голов, что составило 57% от общей выборки.

При оценке постановки задних копыт рассматривали направление копыт, где худшим результатом была развернутая постановка, при которой копыта направлены друг от друга (1–3 балла) ($n = 16$). Оценка 5 баллов присуждалась козам с копытами, направленными наружу под углом 45° ($n = 78$). Наилучшая оценка для BF составляла 7–9 баллов — присуждали животным с копытами, направленными прямо вперед ($n = 17$). В исследуемой популяции отмечена более правильная ровная постановка передних копыт по сравнению с задними — 7–9 баллов присвоены 44 козам. Допустимые оценки 5–6 баллов отмечены у 53 голов.

Таким образом, в среднем по выборке конечности коз правильно поставленные и крепкие. Так,

Рис. 2. Критерии оценки признаков качества конечностей коз (A. McLaren *et al.*, 2016 г.)

Fig. 2. Scoring criteria used for the leg and feet traits (A. McLaren *et al.*, 2016)



Таблица 1. Среднее арифметическое (M), стандартная ошибка (SE) и отклонение средней (STD), коэффициент изменчивости (Cv), минимальное и максимальные значения (Min, Max) параметров линейной экстерьерной оценки коз первого козления зааненской породы ЗАО ПЗ «Приневское» (n = 148)

Table 1. Mean (M), Standard error (SE) and deviation (STD), Coefficient of variability (Cv), Minimum and Maximum values (Min, Max) of the parameters of the linear exterior assessment of the Saanen first-calving goats of "Prinevskoye" (n = 148)

Признак*	M	SE	STD	Cv	Min	Max
UD	6,4	1,13	0,09	17,6	2	9
UF	5,2	1,19	0,10	22,9	1	9
UA	6,4	1,39	0,11	21,9	1	9
TS	5,3	1,77	0,15	33,4	1	9
TA	5,3	1,08	0,09	20,4	1	9
TP	4,2	0,88	0,07	21,0	1	5
BL	4,5	1,03	0,08	22,7	1	8
FL	4,7	1,01	0,08	21,5	3	9
BF	4,8	1,33	0,11	27,7	1	9
FF	5,9	1,75	0,14	29,5	3	9

Примечание: * UD — глубина вымени, UF — борозда вымени, UA — прикрепление вымени сзади, TA — угол наклона соска, TP — размещение сосков, TS — форма сосков, BL — постановка задних ног, FL — постановка передних ног, BF — постановка задних копыт, FF — постановка передних копыт.

за постановку задних ног сзади оценки варьировали от 1 до 8 баллов и в среднем по выборке составили 4,5 баллов. (табл. 1). Вымя коз первого козления имело в основном шарообразную или грушеобразную форму, по структуре эластичное и железистое с хорошо развитыми сосками. Глубина вымени в среднем — 6,4 балла, что соответствует оптимальному его расположению для доения. Наибольший коэффициент изменчивости отмечен у параметра «форма соска» ($Cv = 33,4\%$) с минимальным значением 1 балл, а максимальным — 9 баллов, что дает возможность более успешного ведения селекции по данному признаку.

Оцениваемые козлы-производители ($n = 12$), находящиеся в стаде, были крупными, с характерным объемистым туловищем и глубокой грудной клеткой. Признаки полового диморфизма ярко выражены, хорошо развитая мошонка (без сильного разделения на две половины). Шерсть на груди, шее и бедрах удлиненная.

Для построения линейных профилей (рис. 3) отобраны козлы-производители с количеством оцененных в стаде дочерей более 15 голов: № 1 ($n = 16$), № 2 ($n = 16$), № 3 ($n = 15$), № 4 ($n = 16$). Между ними установлены достоверные отличия по передаче экстерьерных характеристик.

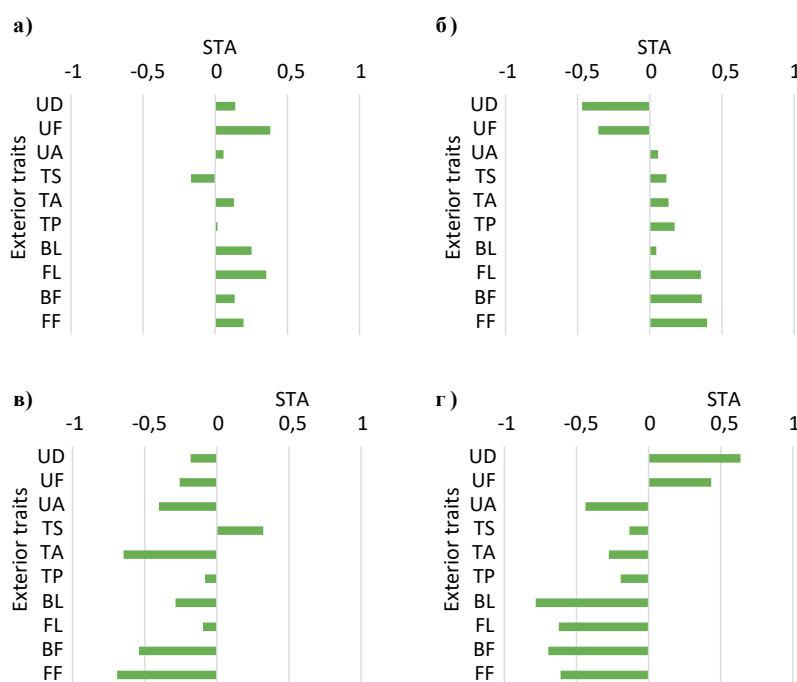
В профиле производителя № 1 выявлены преимущества его дочерей по глубине вымени, выраженности центральной связки и прикреплению вымени сзади (рис. 3а). Козы, полученные от данного производителя, отличались правильно поставленными передними и задними ногами и копытами. Экстерьерный профиль производителя № 2 указывает на его высокую передающую способность по оптимальной постановке конечностей, но при этом дочери данного козла уступают своим сверстницам по глубине и борозде вымени (рис. 3б). Практически по всем линейным признакам худшая оценка отмечена у производителя № 3 (рис. 3в). Полученные от него козы уступали по глубине и прикреплению вымени с мелкими направленными вперед сосками. При этом ноги его дочерей имели склонность к х-образности, а копыта преимущественно расставлены в разные стороны друг от друга. Потомки козла-производителя № 4 были хуже сверстниц по ряду показателей, характеризующих качество конечностей, однако они имели положительную оценку по показателям глубины вымени и выраженности центральной связки (рис. 3г).

Таким образом, при подборе родительских пар можно рекомендовать использование производителей № 1 и 2 на дочерях козлов № 3 и 4 для улучшения качества вымени и конечностей с учетом их родословных и племенной ценности по молочной продуктивности.

Анализ фенотипических корреляционных связей линейных признаков экстерьера исследуемой популяции коз зааненской породы установил

Рис. 3. Экстерьерные профили козлов-производителей зааненской породы с количеством оцененных дочерей более 15 голов: а — № 1, б — № 2, в — № 3, г — № 4

Fig. 3. Exterior profiles of Saanen breed bucks with more than 15 daughters: a — No. 1, b — No. 2, c — No. 3, d — No. 4



тесные достоверные связи оценок передних и задних ног и копыт (рис. 4). Положительные корреляции варьировали от $r_p = +0,533$ ($p \leq 0,001$) между постановкой передних ног и передних копыт до $r_p = +0,846$ ($p \leq 0,001$) между постановкой передних и задних ног.

Между показателями, характеризующими вымя, отмечены как положительные, так и отрицательные взаимосвязи. Так, глубина вымени положительно коррелировала с формой сосков на уровне $r_p = +0,373$ ($p \leq 0,001$), а также с бороздой вымени $r_p = +0,233$ ($p \leq 0,01$).

Проведен расчет оценок наследуемости и генетических коэффициентов корреляции исследуемой популяции (рис. 5). Генетические коэффициенты корреляции в основном соответствовали фенотипическим, но в некоторых случаях имели большую степень выраженности. Так, связь между глубиной вымени и формой сосков составила $r_g = +0,401$ ($p \leq 0,001$), между постановкой задних ног и задних копыт — $r_g = +0,777$ ($p \leq 0,001$).

Таким образом, можно предположить, что в основе фенотипических корреляций лежит общий генетический контроль данных признаков, обоснованных плейотропным действием генов или действием сцепленных генов, nasledующихся совместно.

Наследуемость экстерьерных признаков исследуемой популяции показателей, характеризующих качество вымени и сосков, варьировала от $h^2 = 0,108$ для показателя «форма соска» до $h^2 = 0,139$ для показателя «борозда вымени». Более высокие коэффициенты наследуемости у зааненских коз французской популяции отмечены в исследованиях V. Clément *et al.* (2002) [14], где для глубины вымени $h^2 = 0,29$, для прикрепления вымени сзади $h^2 = 0,27$, для угла сосков $h^2 = 0,31$, что согласуется с данными по степени наследуемости экстерьерных признаков у V. Castañeda-Bustos *et al.* (2016) [11]: борозда вымени $h^2 = 0,21$, глубина вымени $h^2 = 0,21$, прикрепление вымени $h^2 = 0,25$.

Полученные результаты могут свидетельствовать о большем количестве записей по экстерьерным признакам, а также многолетней практической работе с экстерьером коз в европейских странах, что влечет за собой передачу генетической информации в поколениях.

Рассчитанные коэффициенты наследуемости по показателям качества ног варьировали от $h^2 = 0,122$ (по постановке задних ног) до $h^2 = 0,128$ (по постановке передних копыт). Результаты авторов сходны по величине с показателями, полученными на смешанной популяции альпийских,

Рис. 4. Тепловая матрица фенотипических коэффициентов корреляции коз зааненской породы ($n = 148$)

Fig. 4. Heatmap phenotypic correlation coefficients of Saanen goats ($n = 148$)

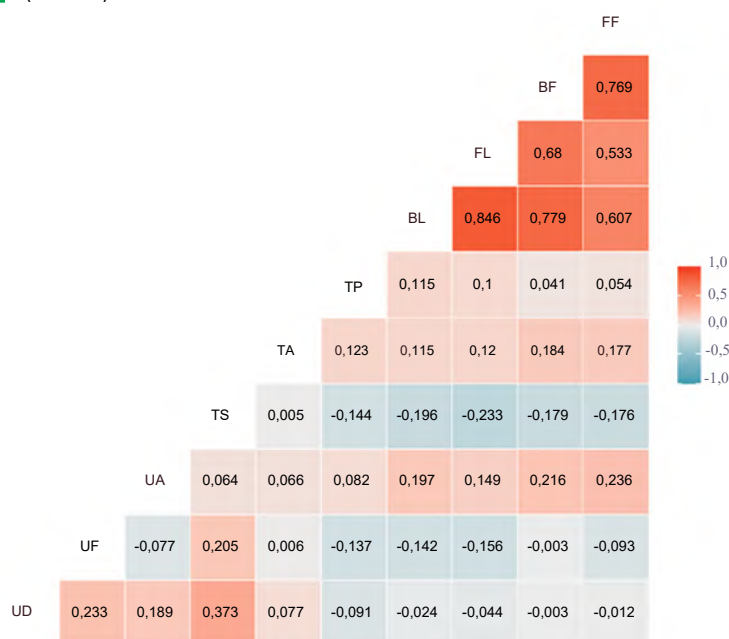


Рис. 5. Матрица генетических коэффициентов корреляции и коэффициентов наследуемости коз зааненской породы ($n = 148$)

Fig. 5. Matrix of genetic correlation coefficients and heritability coefficients of Saanen goats ($n = 148$)

	UD	UF	UA	TS	TA	TP	BL	FL	BF	FF
UD	0.137	0.139	0.169	0.401	0.106	-0.080	0.091	0.007	0.053	0.106
UF		0.139	0.091	0.118	-0.003	-0.074	0.036	0.005	0.238	0.127
UA			0.122	0.053	0.004	0.090	0.173	0.085	0.188	0.194
TS				0.108	-0.022	-0.111	-0.153	-0.133	-0.084	-0.042
TA					0.134	0.076	0.096	0.018	0.109	0.136
TP						0.137	0.118	0.128	0.053	0.052
BL							0.122	0.703	0.702	0.582
FL								0.124	0.555	0.515
BF									0.125	0.777
FF										0.128

зааненских и тоггенбургских коз, описанных в исследованиях A. McLaren (2016) [8], где величины коэффициентов наследуемости по оценкам качества конечностей варьировали от 0,02 до 0,25.

Представленные селекционно-генетические данные могут быть использованы для выявления тенденции в изменениях телосложения коз зааненской породы и способствовать ведению целенаправленного подбора производителей с целью совершенствования функциональных признаков и повышения эффективного разведения животных.

Выводы/Conclusions

В результате проведенных исследований установлено, что животные обладали гармоничным телосложением и имели высокие оценки (более 5 баллов) за показатели качества вымени, указывающие на хорошее развитие железистой ткани. Выявлены козлы-производители № 1 и 2, которые имели ряд преимуществ по показателям экстерьера их дочерей в сравнении со сверстницами

и в дальнейшем могут использоваться в воспроизводстве с целью получения молодняка, отличающегося высокими экстерьерно-конституциональными показателями развития.

Анализ фенотипических и генетических корреляций линейных признаков экстерьера исследуемых коз зааненской породы установил тесные достоверные положительные связи оценок передних и задних ног и копыт, а также выявлены положительные корреляции между показателями качества вымени и сосков, что может быть

использовано при отборе. Рассчитанные коэффициенты наследуемости по качеству вымени и сосков варьировали от 0,108 до 0,139, а по показателю качества ног — от 0,122 до 0,128.

Таким образом, полученные в ходе исследования результаты оценки типа телосложения будут играть важную роль в накоплении данных по молочным козам РФ, необходимых для определения наследуемости экстерьерных признаков, их связи с долголетием и продуктивностью, а значит, и их экономической ценности.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 124020200029-4.

FUNDING

The study was funded by scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic No. 124020200029-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарчоков А.Т., Абдулхаликов Р.З. Экстерьерные особенности коз зааненской породы. *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. 2021; (2): 24–28. <https://www.elibrary.ru/doygkg>
2. Easa A.A. *et al.* Identification of Genomic Regions and Candidate Genes Associated with Body Weight and Body Conformation Traits in Karachai Goats. *Genes*. 2022; 13(10): 1773. <https://doi.org/10.3390/genes13101773>
3. Свяженина М.А. Экстерьер и некоторые особенности продуктивности коз зааненской породы в Тюменской области. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2018; 53: 154–159. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2018-14154>
4. Сермягин А.А. и др. Идентификация SNPs для показателей роста и развития коз (*Capra hircus* Linnaeus, 1758) из ресурсной популяции в возрастной динамике. *Сельскохозяйственная биология*. 2024; 59(4): 633–648. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.4.633rus>
5. Айбазов М.М., Селионова М.И., Мамонтова Т.В. Экстерьерные и некоторые биологические показатели каракаевских коз. *Зоотехния*. 2019; (12): 5–9. <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.51.83.002>
6. Sun X. *et al.* Identifying Candidate Genes for Litter Size and Three Morphological Traits in Youzhou Dark Goats Based on Genome-Wide SNP Markers. *Genes*. 2023; 14(6): 1183. <https://doi.org/10.3390/genes14061183>
7. Selionova M. *et al.* Genome-Wide Association and Pathway Analysis of Carcass and Meat Quality Traits in Karachai Young Goats. *Animals*. 2023; 13(20): 3237. <https://doi.org/10.3390/ani13203237>
8. McLaren A., Mucha S., Mrode R., Coffey M., Conington J. Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(7): 5516–5525. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10269>
9. Fernández Álvarez J., Navas González F.J., León Jurado J.M., Iglesias Pastrana C., Delgado Bermejo J.V. Analysis of the Genetic Parameters for Dairy Linear Appraisal and Zoometric Traits: a Tool to Enhance the Applicability of Murciano-Granadina Goats Major Areas Evaluation System. *Animals*. 2023; 13(6): 1114. <https://doi.org/10.3390/ani13061114>
10. Mellado M., Mellado J., Valencia M., Pittroff W. The Relationship between Linear Type Traits and Fertility Traits in High-yielding Dairy Goats. *Reproduction in Domestic Animals*. 2008; 43(5): 599–605. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00962.x>
11. Castañeda-Bustos V.J. *et al.* Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(2): 1232–1245. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11313>
12. Carillier C., Larroque H., Palhière I., Clément V., Rupp R., Robert-Granié C. a first step toward genomic selection in the multi-breed French dairy goat population. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(11): 7294–7305. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6789>

REFERENCES

1. Tarchokov A.T., Abdulkhalikov R.Z. Exterior features of Zaanen goats. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian state agrarian university named after V.M. Kokov*. 2021; (2): 24–28 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/doygkg>
2. Easa A.A. *et al.* Identification of Genomic Regions and Candidate Genes Associated with Body Weight and Body Conformation Traits in Karachai Goats. *Genes*. 2022; 13(10): 1773. <https://doi.org/10.3390/genes13101773>
3. Syvazhenina M.A. Exterior and some features of the Saanen breed goats productivity in the Tyumen region. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2018; 53: 154–159 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2018-14154>
4. Sermyagin A.A. *et al.* Identification of SNPs associated with growth and development traits of goats (*Capra hircus* Linnaeus, 1758) from the resource population in age dynamics. *Agricultural Biology*. 2024; 59(4): 633–648. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.4.633eng>
5. Aybazon M.M., Selionova M.I., Mamontova T.V. Exterior and some biological indices of Karachai goats. *Zootekhnika*. 2019; (12): 5–9 (in Russian). <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.51.83.002>
6. Sun X. *et al.* Identifying Candidate Genes for Litter Size and Three Morphological Traits in Youzhou Dark Goats Based on Genome-Wide SNP Markers. *Genes*. 2023; 14(6): 1183. <https://doi.org/10.3390/genes14061183>
7. Selionova M. *et al.* Genome-Wide Association and Pathway Analysis of Carcass and Meat Quality Traits in Karachai Young Goats. *Animals*. 2023; 13(20): 3237. <https://doi.org/10.3390/ani13203237>
8. McLaren A., Mucha S., Mrode R., Coffey M., Conington J. Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(7): 5516–5525. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10269>
9. Fernández Álvarez J., Navas González F.J., León Jurado J.M., Iglesias Pastrana C., Delgado Bermejo J.V. Analysis of the Genetic Parameters for Dairy Linear Appraisal and Zoometric Traits: a Tool to Enhance the Applicability of Murciano-Granadina Goats Major Areas Evaluation System. *Animals*. 2023; 13(6): 1114. <https://doi.org/10.3390/ani13061114>
10. Mellado M., Mellado J., Valencia M., Pittroff W. The Relationship between Linear Type Traits and Fertility Traits in High-yielding Dairy Goats. *Reproduction in Domestic Animals*. 2008; 43(5): 599–605. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00962.x>
11. Castañeda-Bustos V.J. *et al.* Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(2): 1232–1245. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11313>
12. Carillier C., Larroque H., Palhière I., Clément V., Rupp R., Robert-Granié C. a first step toward genomic selection in the multi-breed French dairy goat population. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(11): 7294–7305. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6789>

13. Valencia-Posadas M., Lechuga-Arana A.A., Ávila-Ramos F., Shepard L., Montaldo H.H. Genetic parameters for somatic cell score, milk yield and type traits in Nigerian Dwarf goats. *Animal Bioscience*. 2022; 35(3): 377–384.
https://doi.org/10.5713/ab.21.0143

14. Clément V., Boichard D., Piacère A., Barbat A., Manfredi E. Genetic evaluation of French goats for dairy and type traits. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Montpellier: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). 2002; 235–238.

ОБ АВТОРАХ

Елена Анатольевна Романова

научный сотрудник
splicing86@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4225-5533

Виктория Борисовна Лейбова

кандидат биологических наук
leib1406@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-7017-9988

Ольга Васильевна Тулинова

кандидат сельскохозяйственных наук
tulinova59@mail.ru
https://orcid.org/0009-0005-5704-4420

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Московское шоссе, 55А, Пушкин, Санкт-Петербург, 196601, Россия

13. Valencia-Posadas M., Lechuga-Arana A.A., Ávila-Ramos F., Shepard L., Montaldo H.H. Genetic parameters for somatic cell score, milk yield and type traits in Nigerian Dwarf goats. *Animal Bioscience*. 2022; 35(3): 377–384.
https://doi.org/10.5713/ab.21.0143

14. Clément V., Boichard D., Piacère A., Barbat A., Manfredi E. Genetic evaluation of French goats for dairy and type traits. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Montpellier: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). 2002; 235–238.

ABOUT THE AUTHORS

Elena Anatolyevna Romanova

Research Associate
splicing86@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4225-5533

Victoria Borisovna Leibova

Candidate of Biological Sciences
leib1406@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-7017-9988

Olga Vasilyevna Tulinova

Candidate of Agricultural Sciences
tulinova59@mail.ru
https://orcid.org/0009-0005-5704-4420

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,

55A Moscow highway, Pushkin, St. Petersburg, 196601, Russia



Международная выставка
сельскохозяйственной техники,
материалов и оборудования
для животноводства и растениеводства

29–31 октября 2025

г. Екатеринбург,
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»



Забронируйте стенд
www.agroprom-ural.ru

Организаторы



Международная
Выставочная
Компания



ЕКАТЕРИНБУРГ
ЭКСПО

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР



УДК: 577.2.0:636.082.2

Краткое сообщение



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-89-94

Р.Р. Вафин

Х.Х. Гильманов ✉

Федеральный научный центр —
Всероссийский научно-
исследовательский институт
экспериментальной ветеринарии
им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко
РАН, Москва, Россия

✉ gilmanov.xx@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.02.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Вафин Р.Р., Гильманов Х.Х.

Short communications



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-89-94

Ramil R. Vafin

Khamid Kh. Gilmanov ✉

Federal Scientific Centre VIEV, Moscow,
Russia

✉ gilmanov.xx@mail.ru

Received by the editorial office: 05.02.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Vafin R.R., Gilmanov Kh.Kh.

ДНК-технологии идентификации аллелей и генотипов полиморфных маркеров анализируемого локуса гена *iNOS Bos taurus*

РЕЗЮМЕ

Актуальной областью исследования генетико-селекционной направленности, в долгосрочной перспективе необходимой для воспроизводства высокопродуктивного стада крупного рогатого скота с генетической устойчивостью к лейкозу, является изучение полиморфизма гена *iNOS Bos taurus* в ассоциативной связи с племенной ценностью животных и их резистентностью к указанному хроническому инфекционному заболеванию.

Цель настоящего исследования заключалась в разработке ДНК-технологий идентификации аллелей и генотипов SNP-маркеров гена *iNOS Bos taurus* детекцией и интерпретацией диагностически значимых однонуклеотидных полиморфизмов на основе смоделированных способов проведения вложенной ПЦР с dCAPS-праймерами и SNP-генотипирования анализом данных прямого секвенирования ПЦР-продукта. Конструирование dCAPS праймеров *iNOS-F1* и *iNOS-R1* выполнено с использованием программного обеспечения dCAPS Finder 2.0 и OligoAnalyzer 1.2. Картирование полиморфных сайтов рестрикции и расчет ПЦР-ПДРФ-профилей возможных генотипов SNP-маркеров осуществлены с применением онлайн-программы NEBcutter V2.0. Сконструированные dCAPS-праймеры успешно протестированы при постановке вложенной ПЦР в статусе внутренних пар олигонуклеотидов с последующей процедурой эндонуклеазного расщепления амплификата 2-го раунда ПЦР длиной 123 bp подобранными рестриктазами, идентификационно значимыми для определенного полиморфного маркера. Амплификат 1-го раунда ПЦР длиной 258 bp был подвергнут капиллярному секвенированию ДНК по Сэнгеру для детекции и интерпретации диагностически значимых однонуклеотидных полиморфизмов в контексте идентификации аллелей и генотипов SNP-маркеров. ДНК-технологии, использованные в данной работе, оказались действенными подходами к корректному генотипированию крупного рогатого скота по SNP-маркерам гена *iNOS*.

Ключевые слова: *iNOS*, *Bos taurus*, SNP-маркеры, ПЦР, ПДРФ, секвенирование, генотипирование

Для цитирования: Вафин Р.Р., Гильманов Х.Х. ДНК-технологии идентификации аллелей и генотипов полиморфных маркеров анализируемого локуса гена *iNOS Bos taurus*. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 89–94.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-89-94>

DNA technologies for identification of alleles and genotypes of polymorphic markers of the analyzed locus of the *Bos taurus iNOS* gene

ABSTRACT

The current area of research in genetic and selection focus, which is necessary in the long term for the reproduction of a highly productive herd of cattle with genetic resistance to leukemia, is the study of the polymorphism of the *Bos taurus iNOS* gene of in association with the breeding value of animals and their resistance to this chronic infectious disease.

The aim of this study was to develop DNA technologies for identification of alleles and genotypes of SNP markers of the *Bos taurus iNOS* gene by detection and interpretation of diagnostically significant single nucleotide polymorphisms based on simulated methods of nested PCR with dCAPS primers and SNP genotyping by analysis of direct sequencing data of the PCR product. Construction of dCAPS primers *iNOS-F1* and *iNOS-R1* was performed using dCAPS Finder 2.0 and OligoAnalyzer 1.2 software. Mapping of polymorphic restriction sites and calculation of PCR-RFLP profiles of possible genotypes of SNP markers were performed using the NEBcutter V2.0 online program. The constructed dCAPS primers were successfully tested in nested PCR as internal oligonucleotide pairs followed by endonuclease digestion of the 123 bp PCR amplification product of the second round with selected restriction enzymes that were significant for identification of a particular polymorphic marker. The 258 bp PCR amplification product of the first round was subjected to capillary DNA sequencing according to Sanger for detection and interpretation of diagnostically significant single nucleotide polymorphisms in the context of identification of alleles and genotypes of SNP markers. The DNA technologies used in this work turned out to be effective approaches to correct genotyping of cattle by SNP markers of the *iNOS* gene.

Key words: *iNOS*, *Bos taurus*, SNP markers, PCR, RFLP, sequencing, genotyping

For citation: Vafin R.R., Gilmanov Kh.Kh. DNA technologies for identification of alleles and genotypes of polymorphic markers of the analyzed locus of the *Bos taurus iNOS* gene. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 89–94 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-89-94>

Введение/Introduction

Индукцибельная синтаза оксида азота — цитоплазматический фермент, кодируемый одноименным геном *iNOS* (inducible nitric oxide synthase) [1, 2]. Указанный фермент способен инициировать как выработку короткоживущих молекул оксида азота, являющихся регулятором системы врожденного иммунитета, так и его реактивных форм — токсичных молекул иммунной системы, подавляющих микробные патогены [3–5].

Изучение полиморфизма гена *iNOS Bos taurus* в ассоциативной связи с чувствительностью и резистентностью к лейкозу крупного рогатого скота, а также его племенной ценностью — актуальная область исследования генетико-селекционной направленности, в долгосрочной перспективе необходимая для воспроизводства высокопродуктивного стада с генетической устойчивостью к указанной хронической инфекционной болезни вирусной природы [6–8].

Полимеразная цепная реакция, совмещенная с полиморфизмом длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ), — комбинированный молекулярно-генетический подход к определению генетического полиморфизма, имеющий альтернативное название — расщепленные амплифицированные полиморфные последовательности (Cleaved Amplified Polymorphic Sequences, CAPS) [9–11].

Данный комбинированный подход ранее был использован и при разработке способов ПЦР-ПДРФ-генотипирования крупного рогатого скота по полиморфным маркерам, локализованным в анализируемом локусе гена *iNOS Bos taurus* [12–14]. При этом из уровня техники известен модифицированный метод Derived Cleaved Amplified Polymorphic Sequences (dCAPS) — полученные расщепленные амплифицированные полиморфные последовательности, приводящий к созданию искусственного сайта рестрикции в анализируемой полиморфной позиции за счет изменения в нуклеотидных последовательностях праймеров [15].

Среди ДНК-технологий, ориентированных на детекцию Single Nucleotide Polymorphism (SNP) — однонуклеотидный полиморфизм, можно выделить метод прямого секвенирования продуктов ПЦР, позволяющий определить первичную последовательность анализируемого локуса гена [16].

Таким образом, наряду с применением способов ПЦР-ПДРФ-генотипирования крупного рогатого скота по полиморфным маркерам гена *iNOS*, с позиции корректной идентификации ряда генотипов SNP-маркеров могут быть востребованы и другие подходы, в том числе основанные на dCAPS и секвенировании.

Цель исследования — разработка ДНК-технологий идентификации аллелей и генотипов SNP-маркеров гена *iNOS Bos taurus* детекцией и интерпретацией диагностически значимых однонуклеотидных полиморфизмов на основе

смоделированных способов проведения вложенной ПЦР с dCAPS-праймерами и SNP-генотипирования анализом данных прямого секвенирования ПЦР-продукта.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Работа проведена в лаборатории лейкозоологии Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук в 2024 году.

Конструирование dCAPS-праймеров *iNOS-F1* 5'-CCTTGGCTTCTTCAGGGCGT-3' и *iNOS-R1* 5'-AAGATCCCCCTGTCTGGTC-3' выполнено с применением программного обеспечения OligoAnalyzer 1.2 и dCAPS Finder 2.0 (<http://helix.wustl.edu/dcaps/>).

Картирование полиморфных сайтов рестрикции у трех SNP-маркеров (*AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6*) гена *iNOS Bos taurus* и расчет ПЦР-ПДРФ-профилей возможных генотипов осуществлены с использованием онлайн-программы NEBcutter V2.0 (<https://nc2.neb.com/NEBcutter2/>).

Экстракция нуклеиновых кислот из 65 отобранных проб цельной консервированной крови голштинизированного скота черно-пестрой породы проведена комплектом реагентов для выделения ДНК из клинического материала «ДНК-сорб В» (ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия).

Постановка ПЦР с праймерами *iNOS-F* и *iNOS-R* для амплификации локуса гена *iNOS Bos taurus* длиной 258 bp выполнена набором реагентов Encyclo Plus PCR kit (ЗАО «Евроген», Россия) согласно ранее использованному протоколу [14]. Постановка гнездовой ПЦР с праймерами *iNOS-F1* и *iNOS-R1* для амплификации локуса гена *iNOS Bos taurus* длиной 123 bp выполнена с Taq ДНК-полимеразой со стандартным буфером (ООО «СибЭнзайм», Россия).

Процедура эндонуклеазного расщепления ПЦР-продуктов, амплифицированных со сконструированными праймерами *iNOS-F1* и *iNOS-R1*, осуществлена подобранными для определенного полиморфного маркера рестриктазами. В частности, для детекции полиморфной позиции SNP-маркера *AH13-1* 10 мкл амплификата смешивали с равным объемом ПДРФ-смеси, содержащей 2 ед. эндонуклеазы рестрикции *Bst*ACI в SE-буфере W (ООО «СибЭнзайм», Россия) и инкубировали в термостате при 37 °C в течение 4 часов.

Аналогичный объем амплификата и ПДРФ-смеси, а также схожее время инкубирования использовали и при детекции полиморфных позиций других SNP-маркеров: *AH13-3* (5 ед. *Bme*18I в SE-буфере O (ООО «СибЭнзайм», Россия) и *AH13-6* (5 ед. *Hinf*I в SE-буфере O (ООО «СибЭнзайм», Россия).

Далее инкубированные ПЦР-ПДРФ-пробы окрашивали буфером для нанесения образцов ДНК 4X Gel Loading Dye, Blue (ЗАО «Евроген», Россия) и в объеме 20 мкл вносили в лунки 3% агарозного геля, подвергая вместе с маркерами длин

ДНК DNA Ladder 50+ bp (ЗАО «Евроген», Россия) горизонтальному электрофорезу в буфере TBE (рН 8,0) с последующей визуализацией электрофореграмм в УФ-трансиллюминаторе.

Праймеры *iNOS-F* и *iNOS-R*, инициирующие амплификацию локуса *iNOS*-гена *Bos taurus* длиной 258 bp, использованы и в качестве сиквенсных при расшифровке анализируемых нуклеотидных последовательностей на генетическом анализаторе ABI PRISM 3100 (Applied Biosystems, США) в лаборатории НПК «Синтол» (Россия) для детекции 6 SNP-маркеров (*AH13-1*, *AH13-2*, *AH13-3*, *AH13-4*, *AH13-5* и *AH13-6*) методом прямого секвенирования ПЦР-продукта по Сэнгеру.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Биоинформационный анализ депонированных в GenBank NCBI нуклеотидных последовательностей локуса гена *iNOS Bos taurus* (AF465168, LR962749, OX344708), фланкируемых праймерами *iNOS-F* и *iNOS-R*, свидетельствует о существовании не менее 6 однонуклеотидных полиморфизмов, рассматриваемых в качестве следующих SNP-маркеров: *AH13-1*, *AH13-2*, *AH13-3*, *AH13-4*, *AH13-5* и *AH13-6*.

Синтетическая нуклеотидная последовательность анализируемого локуса гена, сформированная в результате множественного выравнивания депонированных в GenBank NCBI последовательностей, представлена на рисунке 1, где смешанные нуклеотиды в полиморфных позициях 6 SNP-маркеров выделены красным цветом.

При этом смешанный нуклеотид Y, локализованный в полиморфной позиции 70 синтетической последовательности локуса гена *iNOS*, ассоциирован с SNP-маркером *AH13-1*. Определенные для других SNP-маркеров смешанные нуклеотиды и их полиморфные позиции следующие: *AH13-2* (R, 114), *AH13-3* (R, 152), *AH13-4* (R, 230), *AH13-5* (K, 78) и *AH13-6* (Y, 82).

На этом же рисунке представлены полиморфные сайты рестрикции трех SNP-маркеров (*AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6*) и соответствующие ПЦР-ПДРФ-профили их возможных генотипов, сгенерированные при рестрикционном картировании анализируемой последовательности ДНК, ограниченной уже внутренними праймерами *iNOS-F1* и *iNOS-R1* (рис. 1).

Конструирование dCAPS-праймеров *iNOS-F1* и *iNOS-R1* продиктовано необходимостью корректной идентификации генотипов SNP-маркеров

AH13-1, *AH13-3* и *AH13-6*. При этом введенные в 3'-концевые участки праймеров неспаренные (mismatch) нуклеотиды, выделенные серым цветом (рис. 1), приведут к искусственно созданным полиморфным сайтам рестрикции, затрагивающим SNP-маркеры *AH13-1* (*BsaHI*) и *AH13-3* (*AvaII*). Это в свою очередь позволит обеспечить и корректную идентификацию генотипов *AH13-6* ранее отобранной рестриктазой *HinfI*.

На рисунке 2 представлен результат *in silico* моделирования ПЦР-ПДРФ-профилей генотипов полиморфных маркеров *AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6* гена *iNOS Bos taurus* с эндонуклеазами рестрикции *BsaHI*, *AvaII* и *HinfI* соответственно.

Генерация рассчитанных ПЦР-ПДРФ-фрагментов и ассоциированных с ними профилей генотипов опосредована полиморфной позицией: SNP-маркера *AH13-1* в положении 70, приводящей с dCAPS-праймером *iNOS-F1* к созданию участка узнавания рестриктазы *BsaHI* (GR/CGYC) при SNP с заменой тимина (Т) на цитозин (С); SNP-маркера *AH13-3* в положении 152, приводящей с dCAPS-праймером *iNOS-R1* к созданию участка узнавания рестриктазы *AvaII* (G/GWCC) при SNP с заменой аденина (А) на гуанин (G); SNP-маркера *AH13-6* в положении 82, приводящей к созданию участка узнавания рестриктазы *HinfI* (G/ANTC) при SNP с заменой цитозина (С) на тимин (Т) (рис. 1, 2).

Рис. 1. Синтетическая нуклеотидная последовательность локуса гена *iNOS Bos taurus* со смешанными нуклеотидами в полиморфных позициях 6 SNP-маркеров, включая полиморфные сайты рестрикции 3 SNP-маркеров (*AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6*) и ПЦР-ПДРФ-профили их возможных генотипов, сгенерированные при рестрикционном картировании анализируемой последовательности ДНК, ограниченной уже внутренними праймерами *iNOS-F1* и *iNOS-R1*

Fig. 1. Synthetic nucleotide sequence of the *Bos taurus iNOS* gene locus with mixed nucleotides at polymorphic positions of 6 SNP markers, including polymorphic restriction sites of 3 SNP markers (*AH13-1*, *AH13-3* and *AH13-6*) and PCR-RFLP profiles of their possible genotypes generated by restriction mapping of the analyzed DNA sequence, already limited by internal primers *iNOS-F1* and *iNOS-R1*



В настоящем исследовании сконструированные dCAPS-праймеры *iNOS-F1* и *iNOS-R1*, инициирующие амплификацию локуса гена *iNOS Bos taurus* длиной 123 bp, были применены в статусе внутренних пар олигонуклеотидов при постановке вложенной ПЦР (2-й раунд) с использованием в качестве пробы ДНК 2 мкл амплификата 1-го раунда ПЦР, предварительно наработанного с праймерами *iNOS-F* и *iNOS-R*.

При этом праймеры *iNOS-F* и *iNOS-R*, инициирующие амплификацию локуса гена *iNOS Bos taurus* длиной 258 bp, были использованы не только в статусе внешних пар олигонуклеотидов, но и в качестве сиквенсных при расшифровке анализируемых нуклеотидных последовательностей для детекции 6 SNP-маркеров методом прямого секвенирования ПЦР-продукта.

Наглядные фрагменты аналитической картины результата секвенирования амплифицированного локуса гена *iNOS Bos taurus* представлены на рисунке 3.

На нем в качестве примера идентификационного потенциала SNP-генотипирования анализом данных прямого секвенирования ПЦР-продукта локуса гена *iNOS Bos taurus* проведены детекция и интерпретация диагностически значимых однонуклеотидных полиморфизмов в контексте идентификации аллелей и генотипов 6 SNP-маркеров: *AH13-1* (генотип *CT*), *AH13-2* (генотип *GG*), *AH13-3* (генотип *AG*), *AH13-4* (генотип *AA*), *AH13-5* (генотип *TT*) и *AH13-6* (генотип *CT*).

Наглядные же примеры полученных электрофореграмм ПЦР-ПДРФ-профилей генотипов SNP-маркеров *AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6* гена *iNOS Bos taurus*, сгенерированных с внутренними праймерами и отобранными рестриктазами, представлены на объединенном рисунке 4.

На нем в общей сложности запечатлены ПЦР-ПДРФ-профили трех генотипов SNP-маркеров *AH13-1* (*TT*, *CC*, *CT*) и *AH13-3* (*AA*, *GG*, *AG*), а также двух генотипов *AH13-6* (*CC* и *CT*). При этом генотип *TT* SNP-маркера *AH13-6* в ходе тестирования предложенного способа

Рис. 2. *In silico* моделирование ПЦР-ПДРФ-профилей генотипов SNP-маркеров *AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6* гена *iNOS Bos taurus* (праймеры *iNOS-F1* и *iNOS-R1*). Обозначения: *BsaHI*-ПЦР-ПДРФ-профили генотипов SNP-маркера *AH13-1*: генотип *CC* (106/17 bp), генотип *TT* (123 bp), генотип *CT* (123/106/17 bp). *AvaII*-ПЦР-ПДРФ-профили генотипов SNP-маркера *AH13-3*: генотип *AA* (123 bp), генотип *GG* (103/20 bp), генотип *AG* (123/103/20 bp). *HinfI*-ПЦР-ПДРФ-профили генотипов SNP-маркера *AH13-6*: генотип *CC* (123 bp), генотип *TT* (93/30 bp), генотип *CT* (123/93/30 bp).

Fig. 2. *In silico* modeling of PCR-RFLP profiles of genotypes of SNP markers *AH13-1*, *AH13-3* and *AH13-6* of the *Bos taurus iNOS* gene (primers *iNOS-F1* and *iNOS-R1*). Designation: *BsaHI*-PCR-RFLP profiles of genotypes of SNP marker *AH13-1*: genotype *CC* (106/17 bp), genotype *TT* (123 bp), genotype *CT* (123/106/17 bp). *AvaII*-PCR-RFLP profiles of genotypes of SNP marker *AH13-3*: genotype *AA* (123 bp), genotype *GG* (103/20 bp), genotype *AG* (123/103/20 bp). *HinfI*-PCR-RFLP profiles of genotypes of the SNP marker *AH13-6*: genotype *CC* (123 bp), genotype *TT* (93/30 bp), genotype *CT* (123/93/30 bp).

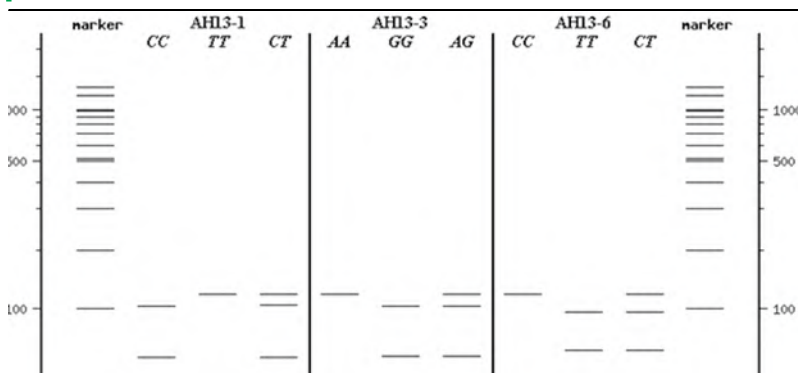


Рис. 3. Фрагменты аналитической картины результата капиллярного секвенирования амплифицированного локуса гена *iNOS Bos taurus*

Fig. 3. Fragments of the analytical picture of the result of capillary sequencing of the amplified locus of the *Bos taurus iNOS* gene

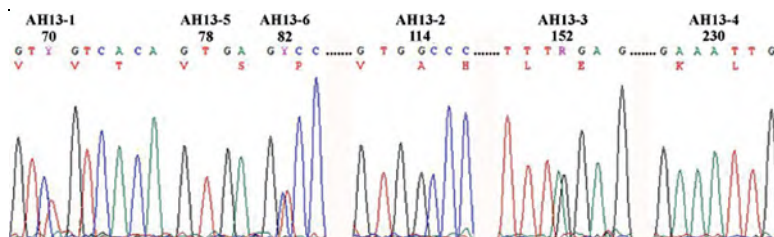
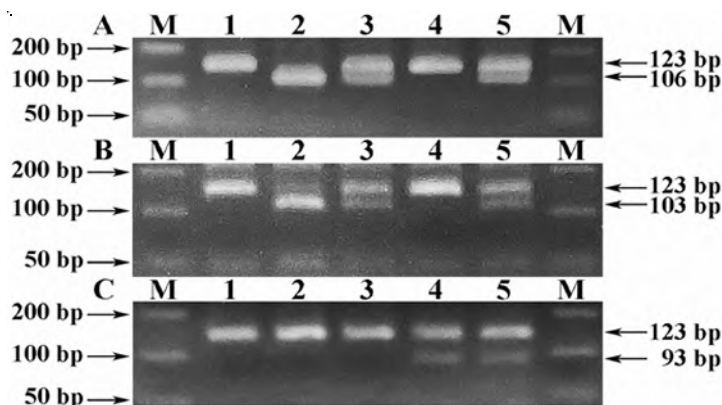


Рис. 4. Электрофореграммы ПЦР-ПДРФ-профилей генотипов SNP-маркеров *AH13-1*, *AH13-3* и *AH13-6* гена *iNOS Bos Taurus*. Обозначение: М) маркеры длин ДНК. А — *BstACI*-ПЦР-ПДРФ-профили генотипов SNP-маркера *AH13-1*: 1, 4) генотип *TT* (123 bp); 2) генотип *CC* (106/17 bp); 3, 5) генотип *CT* (123/106/17 bp). В — *Bme18I*-ПЦР-ПДРФ-профили генотипов SNP-маркера *AH13-3*: 1, 4) генотип *AA* (123 bp); 2) генотип *GG* (103/20 bp); 3, 5) генотип *AG* (123/103/20 bp). С — *HinfI*-ПЦР-ПДРФ-профили генотипов SNP-маркера *AH13-6*: 1, 2, 3) генотип *CC* (123 bp); 4, 5) генотип *CT* (123/93/30 bp).

Fig. 4. Electropherograms of PCR-RFLP profiles of genotypes of SNP markers *AH13-1*, *AH13-3* and *AH13-6* of the *Bos taurus iNOS* gene. Designation: М) DNA length markers. А — *BstACI*-PCR-RFLP profiles of genotypes of SNP marker *AH13-1*: 1, 4) genotype *TT* (123 bp); 2) genotype *CC* (106/17 bp); 3, 5) genotype *CT* (123/106/17 bp). В — *Bme18I*-PCR-RFLP profiles of genotypes of SNP marker *AH13-3*: 1, 4) genotype *AA* (123 bp); 2) genotype *GG* (103/20 bp); 3, 5) genotype *AG* (123/103/20 bp). С — *HinfI*-PCR-RFLP profiles of genotypes of the SNP marker *AH13-6*: 1, 2, 3) genotype *CC* (123 bp); 4, 5) genotype *CT* (123/93/30 bp).



генотипирования в исследуемой выборке крупного рогатого скота не выявлен.

Следует отметить, что дополнительно отобранные эндонуклеазы рестрикции (*BsaHI* и *Avall*) были успешно заменены на их прототипы, в частности *BsaHI* на изошизомер *BstACI*, а *Avall* на изошизомер *Bme18I*. Данные изошизомеры и рестриктаза *HinfI* доступны к приобретению на территории Российской Федерации благодаря их производству и реализации отечественной компанией ООО «СибЭнЗайм».

Выводы/Conclusions

Сконструированные dCAPS-праймеры *iNOS-F1* и *iNOS-R1*, предназначенные для корректной идентификации генотипов SNP-маркеров *AH13-1*, *AH13-3*, *AH13-6*, успешно протестированы при постановке вложенной ПЦР в статусе внутренних пар

олигонуклеотидов с последующей процедурой эндонуклеазного расщепления амплифицированного локуса гена *iNOS Bos taurus* длиной 123 бп подобранными рестриктазами, диагностически значимыми для определенного полиморфного маркера. Амплификат 1-го раунда ПЦР длиной 258 бп, предварительно наработанный с праймерами *iNOS-F* и *iNOS-R* в статусе внешних пар олигонуклеотидов, был подвергнут секвенированию ДНК для детекции и интерпретации диагностически значимых однонуклеотидных полиморфизмов в контексте идентификации аллелей и генотипов 6 SNP-маркеров: *AH13-1*, *AH13-2*, *AH13-3*, *AH13-4*, *AH13-5* и *AH13-6*.

Использованные в работе ДНК-технологии являются действенными подходами к корректному генотипированию крупного рогатого скота по SNP-маркерам гена *iNOS*.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-76-10011.
<https://rscf.ru/project/22-76-10011/>

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation No. 22-76-10011.
<https://rscf.ru/project/22-76-10011/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zhang W. *et al.* Nitric oxide synthase and its function in animal reproduction: an update. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14: 1288669. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1288669>
2. Lemal P., May K., König S., Schroyen M., Gengler N. *Invited review: From heat stress to disease — Immune response and candidate genes involved in cattle thermotolerance. Journal of Dairy Science*. 2023; 106(7): 4471–4488. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22727>
3. Ohhashi T., Kawai Y., Maejima D., Hayashi M., Watanabe-Asaka T. Physiological roles of lymph flow-mediated nitric oxide in lymphatic system. *Lymphatic Research and Biology*. 2023; 21(3): 253–261.
4. Chakravorty D., Hense M. Inducible nitric oxide synthase and control of intracellular bacterial pathogens. *Microbes and Infection*. 2003; 5(7): 621–627. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(03\)00096-0](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(03)00096-0)
5. Bogdan C., Rölinghoff M., Diefenbach A. Reactive oxygen and reactive nitrogen intermediates in innate and specific immunity. *Current Opinion in Immunology*. 2000; 12(1): 64–76. [https://doi.org/10.1016/s0952-7915\(99\)00052-7](https://doi.org/10.1016/s0952-7915(99)00052-7)
6. Beishova I.S. *et al.* Genetic polymorphism of prolactin and nitric oxide synthase in Holstein cattle. *Veterinary World*. 2023; 16(1): 161–167. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.161-167>
7. Wang M., Ibeagha-Awemu E.M. Impacts of Epigenetic Processes on the Health and Productivity of Livestock. *Frontiers in Genetics*. 2021; 11: 613636. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.613636>
8. Чичинаева С.В. Роль аллельной вариативности генов цитокинов в формировании резистентности крупного рогатого скота к лейкозу. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Новосибирск. 2005; 110. <https://www.elibrary.ru/nnhnbw>
9. Kocaman B., Toy S., Maraklı S. Application of different molecular markers in biotechnology. *International Journal of Science Letters*. 2020; 2(2): 98–113. <https://doi.org/10.38058/ijsl.770081>
10. Hashim H.O., Al-Shuhaib M.B.S. Exploring the Potential and Limitations of PCR-RFLP and PCR-SSCP for SNP Detection: a Review. *Journal of Applied Biotechnology Reports*. 2019; 6(4): 137–144. <https://doi.org/10.29252/JABR.06.04.02>
11. Ota M., Fukushima H., Kulski J.K., Inoko H. Single nucleotide polymorphism detection by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism. *Nature Protocols*. 2007; 2(11): 2857–2864. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.407>

REFERENCES

1. Zhang W. *et al.* Nitric oxide synthase and its function in animal reproduction: an update. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14: 1288669. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1288669>
2. Lemal P., May K., König S., Schroyen M., Gengler N. *Invited review: From heat stress to disease — Immune response and candidate genes involved in cattle thermotolerance. Journal of Dairy Science*. 2023; 106(7): 4471–4488. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22727>
3. Ohhashi T., Kawai Y., Maejima D., Hayashi M., Watanabe-Asaka T. Physiological roles of lymph flow-mediated nitric oxide in lymphatic system. *Lymphatic Research and Biology*. 2023; 21(3): 253–261.
4. Chakravorty D., Hense M. Inducible nitric oxide synthase and control of intracellular bacterial pathogens. *Microbes and Infection*. 2003; 5(7): 621–627. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(03\)00096-0](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(03)00096-0)
5. Bogdan C., Rölinghoff M., Diefenbach A. Reactive oxygen and reactive nitrogen intermediates in innate and specific immunity. *Current Opinion in Immunology*. 2000; 12(1): 64–76. [https://doi.org/10.1016/s0952-7915\(99\)00052-7](https://doi.org/10.1016/s0952-7915(99)00052-7)
6. Beishova I.S. *et al.* Genetic polymorphism of prolactin and nitric oxide synthase in Holstein cattle. *Veterinary World*. 2023; 16(1): 161–167. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.161-167>
7. Wang M., Ibeagha-Awemu E.M. Impacts of Epigenetic Processes on the Health and Productivity of Livestock. *Frontiers in Genetics*. 2021; 11: 613636. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.613636>
8. Chichinaeva S.V. The role of allelic variability of cytokine genes in the formation of cattle resistance to leukemia. PhD (Biology) Thesis. Novosibirsk. 2005; 110 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/nnhnbw>
9. Kocaman B., Toy S., Maraklı S. Application of different molecular markers in biotechnology. *International Journal of Science Letters*. 2020; 2(2): 98–113. <https://doi.org/10.38058/ijsl.770081>
10. Hashim H.O., Al-Shuhaib M.B.S. Exploring the Potential and Limitations of PCR-RFLP and PCR-SSCP for SNP Detection: a Review. *Journal of Applied Biotechnology Reports*. 2019; 6(4): 137–144. <https://doi.org/10.29252/JABR.06.04.02>
11. Ota M., Fukushima H., Kulski J.K., Inoko H. Single nucleotide polymorphism detection by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism. *Nature Protocols*. 2007; 2(11): 2857–2864. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.407>

12. Гильманов Х.Х., Вафин Р.Р., Каримова Р.Г., Тюлькин С.В. Способ проведения ПЦР-ПДРФ для генотипирования крупного рогатого скота по аллельным вариантам полиморфного маркера AN13-1 гена *iNOS*. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2018; (4): 22–28.
<https://www.elibrary.ru/urblbz1>

13. Kuzhebaeva U.Zh., Donnik I.M., Petropavlovsky M.V., Kanatbaev S.G., Nurgaliev B.E. Nitric oxide as an indicator for assessing the resistance and susceptibility of cattle to leukemia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (10): 48–54.
<https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-213-10-48-54>

14. Вафин Р.Р., Гильманов Х.Х., Шастин П.Н. Тестирование разработанного способа ПЦР-ПДРФ-генотипирования крупного рогатого скота по SNP-маркерам гена *iNOS*. *Аграрная наука*. 2024; (7): 74–77.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-74-78>

15. Hrubá M. dCAPS method: advantages, troubles and solution. *Plant, Soil and Environment*. 2007; 53(9): 417–420.
<https://doi.org/10.17221/2293-PSE>

16. Shendure J. *et al.* DNA sequencing at 40: past, present and future. *Nature*. 2017; 550(7676): 345–353.
<https://doi.org/10.1038/nature24286>

ОБ АВТОРАХ

Рамиль Ришадович Вафин

доктор биологических наук, профессор РАН, научный консультант
vafin-ramil@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0914-0053>

Хамид Халимович Гильманов

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
gilmanov.xx@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7053-6925>

Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН, Рязанский пр-т, 24, Москва, 109428, Россия

12. Gilmanov Kh.Kh., Vafin R.R., Karimova R.G., Tyulkin S.V. Method of carrying out PCR-RFLP for cattle genotyping on allelic variants of polymorphic marker of *iNOS* gene. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2018; (4): 22–28
(in Russian).
<https://www.elibrary.ru/urblbz1>

13. Kuzhebaeva U.Zh., Donnik I.M., Petropavlovsky M.V., Kanatbaev S.G., Nurgaliev B.E. Nitric oxide as an indicator for assessing the resistance and susceptibility of cattle to leukemia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (10): 48–54.
<https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-213-10-48-54>

14. Vafin R.R., Gilmanov Kh.Kh., Shastin P.N. Testing of the developed method for PCR-RFLP genotyping of cattle using SNP markers of the *iNOS* gene. *Agrarian science*. 2024; (7): 74–78
(in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-74-78>

15. Hrubá M. dCAPS method: advantages, troubles and solution. *Plant, Soil and Environment*. 2007; 53(9): 417–420.
<https://doi.org/10.17221/2293-PSE>

16. Shendure J. *et al.* DNA sequencing at 40: past, present and future. *Nature*. 2017; 550(7676): 345–353.
<https://doi.org/10.1038/nature24286>

ABOUT THE AUTHORS

Ramil Rishadovich Vafin

Doctor of Biological Sciences, Professor of RAS, Scientific Consultant
vafin-ramil@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0914-0053>

Khamid Khalimovich Gilmanov

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
gilmanov.xx@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7053-6925>

Federal Scientific Centre VIEV,

24 Ryazan Ave., Moscow, 109428, Russia

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И САММИТ



МЯСНАЯ & КУРИНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ & КОРОЛЬ
ИНДУСТРИЯ ХОЛОДА для АПК
MAP Russia 2025

27–29 МАЯ

Москва, Россия



Реклама



Асти Групп
выставочная компания

Организатор:
ООО «Выставочная компания Асти Групп»
Тел. / WA Business: +7 (495) 797 6914
E-mail: info@meatindustry.ru
www.meatindustry.ru



О.В. Орлов ✉
Е.Г. Юрченко
Е.Т. Ильницкая
Т.Д. Козина
М.В. Макаркина

Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия,
Краснодар, Россия

✉ orlovov@mail.ru

Поступила в редакцию: 04.11.2024
Одобрена после рецензирования: 09.04.2025
Принята к публикации: 24.04.2025

© Орлов О.В., Юрченко Е.Г., Ильницкая Е.Т.,
Козина Т.Д., Макаркина М.В.

Oleg V. Orlov ✉
Evgeniya G. Yurchenko
Elena T. Ilnitckaya
Tatiana D. Kozina
Marina V. Makarkina

North Caucasian Federal Scientific
Center of Horticulture, Viticulture,
Winemaking, Krasnodar, Russia

✉ orlovov@mail.ru

Received by the editorial office: 04.11.2024
Accepted in revised: 09.04.2025
Accepted for publication: 24.04.2025

© Orlov O.V., Yurchenko E.G., Ilnitckaya E.T.,
Kozina T.D., Makarkina M.V.

К изучению фауны цикадовых (Hemiptera: Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Виноградники Краснодарского края занимают более 31 тыс. га, что составляет около 60% от всех виноградников России. Изучение фитосанитарного состояния ампелоценозов и роли цикадовых в переносе опасных системных заболеваний, таких как фитопlasма почернения древесины, золотистое пожелтение и болезнь Пирса, является важным аспектом поддержания здоровья виноградников.

Цель исследований — выявить актуальный видовой состав подотряда цикадовых (Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края.

На основе литературных данных и полевых наблюдений оценить потенциальную и реальную вредоносность представителей Auchenorrhyncha как вредителей и переносчиков патогенов виноградной лозы.

Методы. Обловы цикадовых проведены в течение вегетационных сезонов 2023–2024 годов. Материал отбирали с помощью кошения энтомологическим сачком, экспозиции желтых клеевых ловушек, а также методом лова на смещенное ультрафиолетовое и белое световое излучение. Полевое изучение, а также сбор, обработку и хранение материала насекомых проводили по общепринятым методикам фаунистических исследований.

Результаты. В результате проведенного энтомологического мониторинга на виноградниках Краснодарского края выявлен 51 вид из 9 семейств подотряда Auchenorrhyncha. Выделены виды, имеющие потенциальную и реальную экономическую значимость. Выявлено широкое распространение *Scaphoideus titanus* и *Philaenus spumarius* — векторов опасных карантинных заболеваний золотистого пожелтения и болезни Пирса соответственно. Составлен предварительный перечень потенциальных переносчиков фитопlasмы почернения древесины. Отмечено появление второго поколения *Metcalfa pruinosa*, что является нехарактерным для этого вида. Предварительно обозначен комплекс видов, вызывающих хлороз винограда. Данное исследование в регионе проведено впервые.

Ключевые слова: цикадовые (Auchenorrhyncha), переносчики заболеваний, фитопlasма почернения древесины, золотистое пожелтение винограда, болезнь Пирса

Для цитирования: Орлов О.В., Юрченко Е.Г., Ильницкая Е.Т., Козина Т.Д., Макаркина М.В. К изучению фауны цикадовых (Hemiptera: Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 95–105.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-95-105>

Contribution to the knowledge of Auchenorrhyncha (Hemiptera) fauna in the vineyards of Krasnodar region, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. The vineyards of the Krasnodar Territory cover over 31,000 hectares, accounting for approximately 60% of all vineyards in Russia. Assessing the phytosanitary status of ampelocenoses and understanding the role of Auchenorrhyncha in transmitting dangerous systemic diseases, such as Pierce's disease, bois noir phytoplasma, and flavescentia dorée, is crucial for maintaining vineyard health.

The purpose of the research is to identify the current species composition of Auchenorrhyncha suborder in the vineyards of the Krasnodar Territory.

Based on literature data and field observations, the study evaluates their actual and potential impact on vineyards.

Methods. Sampling was conducted during the 2023–2024 growing seasons using entomological nets, yellow sticky traps, and a combination of ultraviolet (365 nm) and white light traps.

Results. In total, 51 species from 9 families of the suborder Auchenorrhyncha were identified. Special attention is given to the biology and ecology of these insects, particularly their role as both direct pests and vectors of infectious diseases. Widespread distribution of *Scaphoideus titanus* and *Philaenus spumarius*, vectors of dangerous quarantine diseases of golden yellowing and Pierce's disease, respectively, has been revealed. Additionally, a preliminary list of potential vectors of bois noir phytoplasma was compiled. The occurrence of a second generation of *Metcalfa pruinosa*, uncommon for this species, was noted, along with a preliminary complex of species associated with grapevine chlorosis. This study represents the first comprehensive investigation of Auchenorrhyncha in the vineyards of the Krasnodar Territory.

Key words: Auchenorrhyncha, Bois Noir, vector, Flavescentia dorée, Pierce's disease

For citation: Orlov O.V., Yurchenko E.G., Ilnitckaya E.T., Kozina T.D., Makarkina M.V. Contribution to the knowledge of Auchenorrhyncha (Hemiptera) fauna in the vineyards of Krasnodar region, Russian Federation. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 95–105 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-95-105>

Введение/Introduction

Виноградники Краснодарского края к 2025 году занимают более 31 тыс. га, что составляет около 60% от всех площадей в России. Виноградарство и виноделие являются экономикообразующими отраслями в регионе, их стабильное развитие и рост опираются на научное обеспечение технологий возделывания винограда. В первую очередь это касается технологий защиты растений от вредных организмов, экологической основой которых является регулярный фитосанитарный мониторинг — адекватная оценка формирующихся биоценологических связей в условиях интенсификации производства и климатических изменений.

До настоящего времени исследований видового состава цикадовых (Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края не проводилось. Имеется лишь обобщенный список фаунистических сборов этой группы членистоногих по локациям отдельных растительных формаций Северо-Западного Кавказа без учета сельскохозяйственных угодий, составленный в 2000 году [1]. Систематические сборы цикадовых в ампелоценозах проводились в наиболее близком (в географическом отношении) виноградарском регионе — Республике Крым в 2011–2015 и 2019–2020 годах [2, 3].

Таким образом, к настоящему времени в агроценозах виноградников Краснодарского края наблюдается недостаточная изученность подотряда Auchenorrhyncha, включающего как аборигенные виды, в популяциях которых происходят непрерывные процессы адаптации к меняющимся условиям среды, так и инвазионные. Необходимость проведения ревизии фаунистического комплекса и регулярного мониторинга цикадовых обусловлена актуальностью получения новых знаний о биоэкологии вредных видов в трансформирующихся условиях среды, а также прогнозом распространения опасных болезней, которые переносятся цикадовыми, что в свою очередь будет способствовать совершенствованию системы мер защиты винограда.

Все цикадовые относятся к сосущим растительноядным насекомым. Среди них есть серьезные фитофаги и переносчики фитоплазменных и бактериальных заболеваний. Так, выюнкковая цикадка *Hyalesthes obsoletus* (Signoret., 1865 г.) до последнего времени считалась основным вектором фитоплазмы почернения древесины винограда (*Bois noir*) (BN) из группы столбур — от выюнка к винограду кусту. Но, как оказалось, это только один из возможных циклов патосистемы. Некоторые авторы публиковали сомнения, когда ситуация на винограднике не укладывалась в принятую модель (например, при низкой численности переносчика относительно количества больных растений) [2, 4].

В одном из регионов исследований ученые обнаружили и выделили инфекцию BN в ряде цикадовых местной фауны, где присутствие *Hyalesthes obsoletus* было минимальным [5]. Исследователи из другого региона поставили эксперимент по передаче фитоплазмы почернения древесины винограду растению, на основании которого выявили список переносчиков в изучаемом регионе [6]. Таким образом, круг возможных переносчиков и растений — резерватов фитоплазмы — может быть намного шире, чем представлялось ранее, и выявление ценоза цикадовых — первый шаг в этом направлении.

Европейско-средиземноморская организация по защите растений, членом которой является Российская Федерация, формирует списки известных переносчиков болезней¹. Наиболее вероятными переносчиками BN современные исследователи называют виды из семейства циклииды (Cixiidae) [4, 7].

Несколько лет назад на территории Краснодарского края впервые была обнаружена фитоплазма почернения древесины [8]. В настоящее время болезнь широко распространилась и присутствует на территории всего региона [9]. Такие опасные заболевания винограда, как фитоплазма золотистого пожелтения (*Candidatus Phytoplasma vitis* (Grapevine Flavescence dorée phytoplasma) и болезнь Пирса (*Xylella fastidiosa*) (Wells et al., 1987), которые могут переноситься цикадовыми, к настоящему времени не обнаружены на виноградниках края [10, 11].

Для территории Западной Европы выделяют патосистему подгруппы столбур (почернение древесины) в виде наличия нескольких циклов передачи патогена в агроценозах с участием природных резерватов [7]. Именно по группе столбур рекогносцировочные исследования проведены и в России [12].

Известно, что фитофаги, обычно питающиеся на предпочитаемом растении-хозяине либо группе видов растений, при неблагоприятных условиях или при массовом размножении способны расширять кормовую базу и переходить на другие виды растений. Данный факт существенно повышает риск появления новых патосистем. Таким образом, в настоящее время вопрос об участии в переносе фитоплазменных и бактериальных заболеваний винограда привычных нативных видов цикадовых, а также инвазионных, обитающих в агроценозе или агроландшафте, остается открытым.

Цели работы — выявить актуальный видовой состав подотряда цикадовых (Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края, на основе литературных данных и полевых наблюдений оценить потенциальную и реальную вредоносность представителей Auchenorrhyncha как вредителей и переносчиков патогенов виноградной лозы.

¹ EPPO 'Candidatus Phytoplasma solani'. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. 2025. <https://gd.eppo.int/taxon/PHYPSO/datasheet>

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Анапо-Таманская зона, территориально расположенная в Темрюкском и Анапском районах Краснодарского края, — это основная зона промышленного виноградарства Краснодарского края Российской Федерации, характеризующаяся практически сплошными массивами виноградных насаждений. Географически полностью занимает Таманский полуостров, выходя за его пределы. На территории соседней Предгорной и далее Черноморской и других зон виноградники уже не составляют почти единый ландшафт, так или иначе перемежаясь с лесными массивами, агроландшафтами других сельскохозяйственных культур, урбанизированным ландшафтом. В отдельных случаях виноградники могут располагаться далеко друг от друга, что характерно для Центральной и Северной виноградарских зон Краснодарского края. [13].

Фаунистические сборы цикадовых проводили в течение вегетационных сезонов 2023–2024 годов (с июня по сентябрь включительно) (фенофаза цветения — созревшая ягода). Материал, согласно методам эколого-фаунистических исследований, отбирали на стационарных точках наблюдения, так чтобы временной промежуток между отборами был не более двух недель². Облавливались виноградники, представленные в таблице 1. В анализ включены данные эпизодического мониторинга, проводившегося авторами в предыдущие годы на территории Темрюкского района Краснодарского края (Таманская подзона виноградарства).

На стационарных точках наблюдения выставляли на экспозицию желтые клеевые ловушки (25 x x 10 см) по 10 шт. с ежемесячной обязательной заменой ловушек на новые. Проводили обловы энтомологическим сачком маршрутным методом с учетом максимального задействования различных стаций виноградников: уклона местности, наличия близлежащих влияющих ландшафтов и др. Выполняли ночной лов на свет с помощью плоского энтомологического экрана, ламп ультрафиолетового (365 нм) и белого светового излучения (6500 К), а также инвертора и автомобильного аккумулятора в качестве источника питания. Живой материал отбирали с помощью эксгаустера, замаривали в этилацетате. Хранение сухого материала проводили на ватных матрасиках. Полевое изучение³, а также сбор, обработку и хранение материала насекомых осуществляли по общепринятым методикам фаунистических исследований⁴.

Таксономическая принадлежность насекомых была определена специалистом-систематиком, ведущим научным сотрудником Зоологического

Таблица 1. Места сбора материала на виноградниках Краснодарского края

Table 1. Sampling locations in the Krasnodar vineyards

№	Координаты	Населенный пункт	Муниципальное образование
1	45.0593, 39.0134	г. Краснодар	г. Краснодар
2	45.0628, 38.8515	г. Краснодар	г. Краснодар
3	45.0628, 38.8515	пос. Фадеево	Крымский р-н
4	44.9782, 37.9008	пос. Виноградный	Крымский р-н
5	45.0795, 37.3049	пос. Виноградный	г-к Анапа
6	44.9555, 37.3883	г. Анапа	г-к Анапа
7	44.9099, 37.4180	г. Анапа	г-к Анапа
8	44.8661, 37.6299	х. Семигорье	г. Новороссийск
9	44.7404, 37.5834	х. Больше Хутора	г. Новороссийск
10	45.1717, 36.8027	пос. Прогресс	Темрюкский р-н
11	45.3911, 36.9498	пос. Кучугуры	Темрюкский р-н
12	45.3128, 37.2670	пос. Голубицкая	Темрюкский р-н
13	45.2011, 37.6214	пос. Курчанская	Темрюкский р-н
14	46.1425, 38.9669	ст. Стародеревянковская	Каневской р-н
15	46.6471, 38.0946	с. Воронцовка	Ейский р-н

института РАН (г. Санкт-Петербург) доктором биологических наук В.М. Гнездиловым. Внешний вид насекомых фиксировали фотоаппаратом Fujifilm S-X10 (Япония) с оптикой Laowa 65 mm F2.9 2x Macro (Китай) автором статьи О.В. Орловым. Фотографии обрабатывали в среде Adobe Photoshop (Adobe Systems, Inc.) методом очистки фона магнитным лассо.

Для выявления наиболее часто присутствующих видов цикадовых на виноградниках края по полученным спискам видов рассчитывали частоту встречаемости. Для этого число точек отбора материала, когда вид выявлялся в сборах в течение мониторинга, делили на общее число точек отбора. Для выражения показателя в процентах частное умножали на 100. Оценку обилия популяций проводили методом ранжирования по численности — распределение видов по количеству всех обнаруженных особей в пробе. Применяли трехбалльную систему. Виды ранжировали от массовых (вид в сборе составляет основную часть биомассы) (> 50%) через обычные (присутствие представителей в сборе составляет существенную, заметную часть) (> 5%) до единичных (< 5%)⁵. Поскольку каждый метод сбора материала имеет свои преимущества в улавливающей способности широкого спектра видового состава, а также с учетом динамики годового цикла насекомых, статус присуждали по наиболее массовым данным в каждой точке отбора. В случае когда в различных местах отбора плотность популяций вида отличалась, таким видам присуждали несколько статусов обилия.

² Дедюхин С.В. Принципы и методы эколого-фаунистических исследований наземных насекомых: учебно-методическое пособие. Ижевск: Удмуртский университет. 2011; 93.

³ Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 1971; 424.

⁴ Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2012; 339.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По результатам наблюдений на исследованных виноградниках Краснодарского края выявлен 51 вид из 9 семейств подотряда цикадовых (Auchenorrhyncha) (табл. 2). В таблице 2 отдельно приведены представители семейства циклиид (Cixiidae) как потенциальные и известные

переносчики фитоплазменных заболеваний виноградной лозы [4, 14].

На рисунке 1а представлен график соотношения частот встречаемости видового состава цикадовых. Около 60% (32 вида) из списка наблюдались на виноградниках всего в одной или двух стационарных точках отбора материала. 45 видов из всего состава цикадовых присутствовали

Таблица 2. Видовой состав цикадовых (Auchenorrhyncha) на виноградниках Краснодарского края. Встречаемость, частота встречаемости (%) и обилие в точках отбора

Table. 2. Species composition of Auchenorrhyncha in Krasnodar region vineyards. Occurrence, overall occurrence frequency (%) and species abundance ranking at sampling points

Вид	Стационарные точки сбора материала															%	Обилие
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Семейство Cixiidae																	
<i>Reptalus melanochaetus</i> (Hanika, 1985)	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	67	единичный, обычный
<i>Hyalesthes obsoletus</i> (Sign., 1865)	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	40	единичный
<i>Pentastiridius leporinus</i> (Linnaeus, 1761)	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	40	единичный, массовый
<i>Cixius wagneri</i> (China, 1942)	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	40	единичный
<i>Cixius rufus</i> (Logvinenko, 1969)	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	единичный
<i>Reptalus panzeri</i> (Hanika, 1985)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	7	единичный
Семейства Delphacidae, Aphrophoridae, Cicadellidae, Flatidae, Issidae, Membracidae, Ricaniidae, Deltocephalinae, Cercopidae																	
<i>Psammotettix striatus</i> (Fabricius, 1794)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	единичный, массовый
<i>Scaphoideus titanus</i> (Ball, 1932)	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	87	единичный, обычный
<i>Metcalfa pruinosa</i> (Say, 1830)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	87	единичный, обычный, массовый
<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	67	единичный, обычный, массовый
<i>Empoasca solani</i> (Curtis, 1846)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	53	единичный, обычный, массовый
<i>Laodelphax striatellus</i> (Fallén, 1806)	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	40	единичный, обычный
<i>Japananus hyalinus</i> (Osborn, 1900)	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	40	единичный, обычный
<i>Macrostelus sexnotatus</i> (Fabricius, 1794)	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	40	единичный, обычный
<i>Euscelis incisa</i> (Fabricius, 1775)	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	33	единичный
<i>Empoasca vitis</i> (Goethe, 1875)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	33	единичный, обычный, массовый
<i>Cercopis sanguinolenta</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	33	единичный, обычный
<i>Euides alpinus</i> (Wagner, 1947)	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	27	единичный
<i>Javesella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	20	единичный, обычный
<i>Fieberiella septentrionalis</i> (Wagner, 1963)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	20	единичный, обычный
<i>Recilia</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	20	единичный
<i>Euides basilinea</i> (Fitch, 1856)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	13	единичный
<i>Lepyronia coleoptrata</i> (Linnaeus, 1767)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	13	единичный
<i>Eupelix cuspidata</i> (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	13	единичный
<i>Macropsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	13	единичный
<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ribaut, 1959)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	13	единичный
<i>Empoasca decipiens</i> (Walley, 1932)	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	13	единичный
<i>Allygidius atomarius</i> (Fabricius, 1794)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	13	единичный, обычный
<i>Phlogotettix cyclops</i> (Mulsant et Rey, 1855)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	единичный
<i>Aphrodes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	13	единичный
<i>Aphrodes bicincta</i> (Schränk, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	13	единичный, обычный
<i>Arboridia kakogawana</i> (Matsumura, 1914)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	обычный, массовый
<i>Zyginella pulchra</i> (Ribaut, 1924)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	единичный, обычный
<i>Populicerus</i> sp.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	единичный
<i>Zyginidia</i> sp.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	единичный, массовый
<i>Chloriona</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	7	единичный
<i>Asiraca clavicornis</i> (Dlabola, 1959)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	единичный
<i>Delphacodes audrasi</i> (Ribaut, 1954)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	единичный
<i>Megophthalmus scanicus</i> (Fallén, 1806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	7	единичный
<i>Selenocephalus pallidus</i> (Kirschbaum, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	7	обычный
<i>Errastunus ocellaris</i> (Hanika, 1985)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	7	единичный
<i>Exitianus nanus</i> (Evans, 1966)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	7	единичный
<i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli, 1932)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	единичный
<i>Tautoneura polymitusa</i> (Kirschbaum, 1868)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	обычный
<i>Zygina</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	массовый
<i>Neoaliturus fenestratus</i> (Ribaut, 1924)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	единичный
<i>Phlepsius intricatus</i> (Boheman, 1852)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	7	обычный
<i>Agalmatium flavescens</i> (Ribaut, 1924)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	7	обычный
<i>Stictocephala bisonia</i> (Ball, 1899)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	7	единичный
<i>Ricania japonica</i> (Matsumura, 1900)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	7	единичный
<i>Circulifer</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	7	единичный

Рис. 1. Соотношение видового состава: а) соотношение по частоте встречаемости, б) соотношение по обилию
Fig. 1. Ratio of species composition: a) species occurrence frequency, b) species abundance



в 6 и менее из 15 точек фаунистических сборов (частота встречаемости $\leq 40\%$). Выделены 6 широко распространенных видов, представленных более чем в половине всех мест фаунистических сборов (частота встречаемости более 50%). Это *Reptalus melanochaetus*, *Psammotettix striatus*, *Scaphoideus titanus*, *Metcalfa pruinosa*, *Philaenus spumarius*, *Empoasca solani*.

Из представленных данных можно предположить, что эти широко распространенные виды ассоциированы с агроценозами виноградников в регионе.

Выделены 9 видов, размножение которых в одном или нескольких местах мониторинга видового состава на виноградниках Краснодарского края имело массовый характер: *Pentastiridius leporinus*, *Psammotettix striatus*, *Metcalfa pruinosa*, *Philaenus spumarius*, *Empoasca solani*, *Empoasca vitis*, *Arboridia kakogawana*, *Zyginidia sp.*, *Zygina sp.*, а также 15 видов, чья численность в сборах имела существенную или заметную часть в одном, нескольких или во всех местах сбора материала, где был выявлен вид. Соотношение видового состава по обилию представлено на рисунке 1б. Питание на виноградном кусте, а также возможная векторная активность видов, способных увеличивать и поддерживать свою численность в ценозе,

могут привести к существенным виноградарским издержкам, а в случае опасных карантинных заболеваний — и для отрасли в целом.

Ниже представлен список цикадовых, имеющих потенциальную экономическую значимость в регионе согласно рассчитанным показателям частоты встречаемости и численности в местах отбора. Этот список составляют массовые виды, а также те, вредоносность которых может оказаться значительной вследствие возможного переноса заболеваний виноградного куста (представители семейства циксийдов и пенниц). Для удобства некоторые виды объединены в надвидовые таксоны и экологические группы. На виноградниках облавливался вектор NB *Anaceratagallia ribauti*, но вследствие малого обилия объекта (представлен единично в двух местах сбора материала) в списке не отражен.

Территория Анапо-Таманской зоны, как естественная эстуарная область реки Кубань, заполнена покрытыми полуводной растительностью естественными водными и подтопляемыми объектами. Широкий полифаг личинка корневой цикадки *Pentastiridius leporinus* (рис. 2а) для своего питания предпочитает осоки, тростник, а также другие травы, в том числе озимую пшеницу, что определяет заселенность региона виноградарства этим фитофагом.

В настоящих исследованиях 2023–2024 гг. частота встречаемости корневой цикадки составила 40%, наблюдался массовый лёт в июне 2020 года. В 2024 году вид не отмечен. Является вектором вирусных и фитоплазменных заболеваний, разрабатываются меры борьбы с ней на пропашных культурах [14]. Вредитель описывается в качестве основного компонента в одном из циклов патосистемы возбудителей группы Stolbur в Европе [7] и России [12].

Вьюнковая цикадка (*H. obsoletus*) (рис. 2б) обитает на виноградниках почти всех районов исследования

Рис. 2: а) имаго *Pentastiridius leporinus*, б) имаго *Reptalus melanochaetus*, в) имаго *Hyalesthes obsoletus* (п-ов Тамань, 2024 г.). Длина шкалы — 1 мм. Фото авторов

Fig. 2: a) Imago *Pentastiridius leporinus*, b) Imago *Reptalus melanochaetus*, c) Imago *Hyalesthes obsoletus* (Taman peninsula, 2024). Scale bar — 1 mm. Photo by the authors

Представители семейства циксийд (Cixiidae)



(частота встречаемости 40%), но на территории Таманского полуострова Анапо-Таманской зоны имеет минимальную численность. Эти данные подтверждают результаты предыдущих фаунистических исследований в регионе [1]. Низкая численность вьюнковой цикадки может объясняться высоким агрофоном виноградников — малым присутствием кормовых объектов, а именно зимующего вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L., 1753 г.).

В исследуемом регионе распространена цикадка *Reptalus melanochaetus* (рис. 2в). В настоящих фаунистических сборах частота ее встречаемости была наивысшей среди всех видов семейства Cixiidae, что характерно и для виноградников Республики Крым [3]. Но широкое распространение цикадка имела только в одном сезоне мониторинга (2024 г.), в 2023 году не было обнаружено ни одного экземпляра данного вида, что говорит о существенной межгодовой динамике ее численности. Это малоизученный аборигенный вид. Низкая изученность биологии обычно связана с неверной идентификацией [15, 16]. Этот вид в научной литературе часто путают с *Reptalus quinquecostatus* [16], выделенный в качестве потенциального переносчика инфекции из патосистемы группы столбур в Сербии⁵.

Кроме описанных видов, на 7 из 15 стационарных точек сбора материала наблюдались представители рода *Cixius*: *C. wagneri* (China, 1942 г.) и *C. rufus* (Logvinenko, 1969 г.), а также на виноградниках южного склона Новороссийского района, единично облавливался переносчик BN *Reptalus panzeri* (Hanika, 1985 г.)¹. Большинство представителей семейства являются полифагами, считается, что это верно и для личинок этих цикадок. Личинки обитают и зимуют под землей, продолжая питаться и развиваться. Развиваются в одной генерации за сезон.

Частота встречаемости *M. pruinosa* (рис. 3) на виноградниках и близлежащих ландшафтах региона приближается к 100%. В Анапо-Таманской и других зонах является массовым видом, в отдельных локациях отмечается в качестве вредителя виноградной лозы. Лучше всего облавливается энтомологическим сачком (в данных исследованиях вид плохо привлекался на свет и клеевые ловушки). Инвазионный вид из Северной Америки, широкий полифаг, зимует в стадии яйца. Личиночные стадии на виноградных растениях в условиях региона развиваются с конца мая — середины июня до начала — середины июля. Предпочитает зеленые органы с проводящей системой: молодые побеги, гребни гроздей, черешки и главные жилки листьев винограда. Взрослые особи активно передвигаются, часто оставаясь на винограднике.

По наблюдениям авторов, при массовом размножении на виноградниках агрегируются в небольшие, но плотные колонии. Считается, что

Рис. 3. ♀ *Imago M. pruinosa* (г. Краснодар, 2024 г.). Длина шкалы — 1 мм. Фото авторов

Fig. 3. ♀ *Imago of M. pruinosa* (Krasnodar, 2024). Scale bar — 1 mm. Photo by the authors

***Metcalfa pruinosa* (Say, 1830 г.)**



вредитель в регионе развивается в одном поколении за сезон [17], но наблюдались активное развитие личинок и выход имаго в конце августа — сентябре сезона 2024 г., что говорит о появлении дополнительной факультативной генерации. Появление дополнительной генерации или, наоборот, незавершение жизненного цикла может влиять на численность популяции, а значит, и вредоносность членистоногого в будущем. Биология и вредоносность *M. pruinosa* на виноградниках Западного Предкавказья описаны в исследованиях С.В. Кононенко и Е.Г. Юрченко [17].

К данному времени существует информация о том, что в теле вредителя может присутствовать целый набор фитоплазменных заболеваний растений [18]. Установлено, что насекомое способно передавать фитоплазменное заболевание желтухи бархатцам [19]. При этом анализ научной литературы говорит, что до настоящего времени *M. pruinosa* не отмечена в качестве переносчика фитоплазмозов винограда. В некоторых исследованиях утверждается о слабой вероятности реализации потенциала переносчика известных фитоплазменных заболеваний группы столбура данным видом [20]. Однако считаем, что риск реализации потенциала переноса новых болезней цикадкой *M. pruinosa* на виноградниках существует, и опасность данного вектора в регионе может оказаться существенной вследствие массовости и широкой полифагии *M. pruinosa*.

Еще один полифаг встречается на всех виноградниках Краснодарского края (частота встречаемости 100%) — цикадка полосатая (*P. striatus*) (рис. 4). Имеет массовую численность на виноград-

Рис. 4. Имаго *P. Striatus* (п-ов Тамань, 2024 г.). Длина шкалы — 1 мм. Фото авторов

Fig. 4. Imago of *P. striatus* (Taman peninsula, 2024). Scale bar — 1 mm. Photo by the authors

***Psammotettix striatus* (Fabricius, 1794)**



⁵ Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука. 1982; 288.

никах с сорной разнотравной растительностью, а также на виноградниках, окаймленных многолетними пырейными травами и в близком расположении с полями злаковых культур. Это вредитель колосовых и других пропашных культур, является известным переносчиком целого ряда экономически значимых вирусных заболеваний [21], а также потенциальным переносчиком фитоплазменных [22]. В Краснодарском крае развивается в 2–3 поколениях, зимует в стадии яйца или личинки первых возрастов. Такая особенность биологии при неблагоприятных условиях нивелирует численность вредителя.

Цикадка полосатая на винограде не развивается, но может питаться лозой. В эпидемиологических исследованиях на виноградниках Испании из цикадки *P. striatus* выделили фитоплазму группы столбур (16SrXII-A) [22]. Эта же группа ученых поставила опыт по установлению возможности переноса фитоплазмы почернения древесины на виноградное растение и получила отрицательный результат [23].

Пенница слюнявая (*P. spumarius*) (рис. 5) имеет множество фенотипических форм окраски, что надо иметь в виду при идентификации. Это многоядный вредитель большого спектра сельскохозяйственных культур⁶. На винограде питается ксилемой, является переносчиком опасного карантинного заболевания (болезнь Пирса), вызываемого бактерией *Xylella fastidiosa* (Wells *et al.*, 1987). В теле пенницы обнаруживали различные фитоплазменные патогены, что говорит о питании насекомого на зараженных растениях и возможном переносе инфекции [24–26].

Пенница слюнявая дает одно поколение за вегетационный период, зимовка проходит в стадии яйца. Питается рудеральной растительностью. Для виноградников Краснодарского края частота встречаемости в данных исследованиях составила 67%. Вблизи стационарной точки отбора материала наблюдали очаг массового размножения пенницы на территории заброшенного сливового сада, и в этот период высокую численность цикадок наблюдали на обширной территории примыкающих виноградников, а также близлежащих лесополос. Отметим, что в двух точках отбора в небольших количествах из этого семейства схожим питанием облавливалась цикадка *Lepyronia coleoptrata*.

S. titanus — цикадка из Северной Америки, осваивающая виноградники Палеарктики в качестве нового ареала обитания (рис. 6). В регионе вредный объект был впервые обнаружен авторами статьи, где Северо-Западное Предкавказье зафиксировали в качестве авангардной области его распространения в 2022 году [27]. Олигофаг питается на растениях рода *Vitis*. Известный переносчик высоковредоносного карантинного заболевания *Candidatus Phytoplasma vitis* — фитоплазмы

Рис. 5. Имаго *P. spumarius* (п-ов Тамань, 2024 г.). Длина шкалы — 1 мм. Фото авторов

Fig. 5. Imago of *P. spumarius* (Taman peninsula, 2024). Scale bar — 1 mm. Photo by the authors

***Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758) семейства пенницы (*Aphrophoridae*)**



Рис. 6. ♂ Имаго *Scaphoideus titanus* (п-ов Тамань, 2024 г.). Длина шкалы — 1 мм. Фото авторов

Fig. 6. ♂ Imago of *Scaphoideus titanus* (Taman peninsula, 2024). Scale bar — 1 mm. Photo by the authors

***Scaphoideus titanus* (Ball, 1932)**



золотистого пожелтения винограда. Это заболевание, как и сама цикадка *S. titanus*, расширяет ареал с запада на восток и следует за теми регионами, куда уже вселился переносчик [28]. При этом надо отметить, что *S. titanus* не является переносчиком фитоплазмы почернения древесины [7].

Авторами установлено, что уже в 2023–2024 годах *S. titanus* присутствует на территории всех виноградных зон Краснодарского края (частота встречаемости 87%). В настоящее время вид увеличивает свою численность, можно ожидать увеличения и частоты его встречаемости до 100%. Развивается в одной генерации, зимует в стадии яйца под корой. Личинки старших возрастов обнаруживаются невооруженным глазом с конца июня, лёт вредителя начинается с начала — середины июля. На виноградниках, где проводится системный контроль гроздевой листовертки (*Lobesia botrana* Denis & Schiff., 1775), численность североамериканской цикадки резко снижается в период обработок. На виноградниках и приусадебных участках без защиты от насекомых-вредителей численность цикадки снижается постепенно к концу сезона благодаря деятельности естественных врагов.

Японская виноградная цикадка *A. kakogawana* (рис. 7) — инвазионный вид, впервые отмечен на территории Краснодарского края в 1999 году [29]. В начале XXI века, находясь в процессе освоения новой территории, увеличивал свою численность.

⁶ Бей-Биенко Г.Я., Вишнякова В.Н., Данцит Е.М. Насекомые и клещи — вредители сельскохозяйственных культур. Справочник. Т. 1. Насекомые с неполным превращением. Л.: Наука. 1972; 322.

Рис. 7. ♀ Имаго *A. kakogawana* (г. Краснодар, 2024 г.). Длина шкалы — 1 мм. Фото авторов

Fig. 7. ♀ Imago of *A. kakogawana* (Krasnodar, 2024). Scale bar 1 mm. Photo by the authors

Arboridia kakogawana (Matsumura, 1932)



В настоящее время численность популяции считается стабилизированной. Олигофаг виноградной лозы, обитает на листьях, питаясь мезофиллом (паренхимой листа), вызывает хлороз, что при массовом размножении вредителя приводит к общему угнетению растения и резкому снижению качества урожая.

Необходимо отметить, что данный вид цикадки не питается флоэмой и ксилемой винограда, поэтому не является переносчиком фитоплазменных и других бактериальных заболеваний проводящих тканей растений [7]. По наблюдениям авторов, на территории Краснодарского края развивается в 3–4 поколениях. На территории промышленных виноградников региона вид имеет невысокую частоту встречаемости (13%), но в отдельных локальных зонах с повышенными температурами может резко увеличивать свою численность. В таких местах вид становится массовым. Его вредоносность на промышленных виноградниках контролируется инсектицидными обработками в системах защиты от других вредных организмов, лишь в отдельных случаях требуются меры по регулированию численности японской виноградной цикадки, особенно на виноградниках, где защита от насекомых-вредителей не проводится.

Представители рода *Empoasca* (Walsh, 1862), *Zygina* (Fieber, 1866) и *Zyginidina* (Dworakowska, 1970)

Выявлены два наиболее распространенных вида из рода *Empoasca* — *Empoasca vitis* (Gothé, 1875) и *E. solani* (Curtis, 1846). Единично на виноградниках Новороссийского района (х. Большие Хутора) встречался третий вид из этого рода — *E. decipiens* (Paoli, 1930). Как и *A. kakogawana*, это мелкие насекомые. Размеры имаго *E. vitis* и *E. decipiens* достигают 2–3 мм, размеры *E. solani* от 3 до 4 мм. Все виды зеленого цвета.

По наблюдениям авторов, на территории Краснодарского края из видов рода *Empoasca* чаще всего встречается *E. solani* (частота встречаемости в августе — сентябре 53%). Все виды полифаги, мигрируют в агроландшафте и накапливают численность к концу сезона. Известно, что некоторые виды рода *Empoasca* являются переносчиками фитоплазменных заболеваний [30]. Так,

цикадка *E. decipiens* отмечена в качестве переносчика фитоплазмы астры *Candidatus Phytoplasma asteris* (16SrI-B) [31].

На основании схожести биоэкологии видов рода *Empoasca* и *A. kakogawana*, а также представителей родов *Zygina* sp. и *Zyginidia* sp. (мелкие размеры, поливольтинность, схожий способ питания, общие кормовые растения) можно говорить о комплексе мелких цикадовых в регионе, вызывающих хлороз виноградного куста.

Выводы/Conclusions

На основании целенаправленного систематического мониторинга впервые выявлен видовой состав Auchenorrhyncha на виноградниках Краснодарского края — 51 вид цикадовых из 9 семейств.

Выделены виды, имеющие потенциальную экономическую значимость: *P. leporinus*, *H. obsoletus*, *R. melanochaetus*, *C. wagneri*, *P. spumarius*, *S. titanus*, *M. pruinosa*, *P. striatus* и *A. kakogawana*, представители родов *Empoasca* (*E. vitis*, *E. solani*, *E. decipiens*), *Zygina* sp. и *Zyginidina* sp. Такие инвазионные виды, как *A. kakogawana* и *M. pruinosa*, периодически проявляют себя в качестве вредителей виноградной лозы, а *S. titanus* распространился почти по всему Краснодарскому краю, в настоящее время увеличивает свою численность на виноградниках региона.

Широкое распространение *S. titanus* и *P. spumarius* на виноградниках Северо-Западного Предкавказья позволяет говорить о наличии достаточной базы для массового распространения опасных карантинных заболеваний виноградной лозы, таких как фитоплазма золотистого пожелтения (*Grapevine Flavescence dorée phytoplasma*) и болезнь Пирса (*X. fastidiosa*), в случае их появления в регионе.

P. leporinus, *H. obsoletus*, *R. melanochaetus*, *C. wagneri* могут быть главными векторами фитоплазмы «почернения древесины» в регионе, особенно при подтверждении статуса переносчика для *R. melanochaetus* и *C. wagneri*. Присутствие *P. leporinus* и *R. melanochaetus* различалось в оба года наблюдений, что требует дополнительных исследований циклиид. Из известных векторов единично и локально присутствуют *A. ribauti* и *R. panzeri*.

Впервые на территории Краснодарского края было отмечено появление второго поколения *M. pruinosa*. Увеличение количества поколений в результате климатических изменений может увеличить значимость питающихся на винограде видов в качестве вредных объектов, что особенно характерно для поливольтинных видов, таких как представители комплекса цикадовых, вызывающих хлороз виноградного куста. По данным авторов, из нескольких точек наблюдения это виды родов *Empoasca* (*E. vitis*, *E. solani*, *E. decipiens*), *Zygina* sp. и *Zyginidina* sp., а также олигофаг виноградной лозы *A. kakogawana*.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ И БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда № 00267-26-23. <https://rscf.ru/project/23-26-00267/>
Авторы статьи выражают глубокую признательность д-ру биол. наук В.М. Гнездилову (ЗИН РАН) за ценную помощь в выявлении видового состава цикадовых.

FUNDING AND ACKNOWLEDGMENTS

This research was funded by Russian Science Foundation No. 23-26-00267. <https://rscf.ru/project/23-26-00267/>
The authors express their gratitude to Dr. V.M. Gnezdilov (Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences) for his valuable assistance in identifying of the species composition.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гнездилов В.М. К познанию фаунистических комплексов цикадовых (*Homoptera, Cicadina*) основных растительных формаций Северо-Западного Кавказа. *Энтомологическое обозрение*. 2000; 79(4): 794–811. <https://elibrary.ru/hvhigf>
2. Радионовская Я.Э., Диденко Л.В. Изучение видового разнообразия цикадовых (*Auchenorrhyncha*) на виноградных насаждениях Крыма. *Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства*. 2015; 8: 205–215. <https://elibrary.ru/uiqbvd>
3. Хамаева Б.Б., Бондаренко Г.Н., Радионовская Я.Э. Изучение видового состава цикадовых (*Auchenorrhyncha*) в ампелоценозах Республики Крым. *Фитосанитария. Карантин растений*. 2022; (3): 45–52. <https://doi.org/10.69536/b0075-1551-2188-w>
4. Maixner M. Phytoplasma epidemiological systems with multiple plant hosts. Weintraub P.G., Jones P. (eds.). *Phytoplasmas: genomes, plant hosts and vectors*. CABI. 2010; 213–232. <https://doi.org/10.1079/9781845935306.0213>
5. Conigliaro G. et al. Epidemiological Investigations and Molecular Characterization of 'Candidatus Phytoplasma solani' in Grapevines, Weeds, Vectors and Putative Vectors in Western Sicily (Southern Italy). *Pathogens*. 2020; 9(11): 918. <https://doi.org/10.3390/pathogens9110918>
6. Quaglino F. et al. Identification and ecology of alternative insect vectors of 'Candidatus Phytoplasma solani' to grapevine. *Scientific Reports*. 2019; 9: 19522. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56076-9>
7. Bertaccini A., Weintraub Ph.G., Rao G.P., Mori N. (eds.). *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria — II. Transmission and Management of Phytoplasma — Associated Diseases*. Singapore: Springer. 2019; X: 258. ISBN 978-981-13-2832-9 <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2832-9>
8. Porotikova E.V., Yurchenko E.G., Vinogradova S.V. First Report of 'Candidatus Phytoplasma solani' Associated with Bois Noir on Grapevine (*Vitis vinifera*) in Krasnodar Region of Russia. *Plant Disease*. 2020; 104(1): 277. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0508-PDN>
9. Юрченко Е.Г. Фитосанитарное состояние виноградников: проблемы и решения. *Защита и карантин растений*. 2021; (10): 3–9. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_10_3
10. Benedek P. a szőlő veszedelmes, új betegségét okozó *Flavescence dorée* (FD) fitoplazma és vektor rovarának (*Scaphoideus titanus* Ball) elterjedési veszélye Magyarországon. *Acta Agronomica Óváriensis*. 2014; 56(1): 75–96. <https://doi.org/10.17108/AAO.2014.01.06>
11. Sicard A. et al. *Xylella fastidiosa*: Insights into an Emerging Plant Pathogen. *Annual Review of Phytopathology*. 2018; 56: 181–202. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080417-045849>
12. Богоутдинов Д.З., Гирсова Н.В., Кастальева Т.Б. Анализ видового состава растений, поражаемых фитоплазмой группы столбура в России. *Таврический вестник аграрной науки*. 2020; (3): 26–42. <https://www.elibrary.ru/xbtpss>
13. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Морморштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия. Краснодар. 2020; 136. ISBN 978-5-98272-139-6 <https://www.elibrary.ru/qsjeed>
14. Behrmann S.C., Rinklef A., Lang C., Vilcinskis A., Lee K.-Z. Potato (*Solanum tuberosum*) as a New Host for *Pentastiridius leporinus* (Hemiptera: Cixiidae) and *Candidatus Arsenophonus* Phytopathogenicus. *Insects*. 2023; 14: 281. <https://doi.org/10.3390/insects14030281>

REFERENCES

1. Gnezdilov V.M. To the knowledge of the faunistic complexes of the *Homoptera Cicadina* in the principal plant formations of the Northwestern Caucasus. *Entomologicheskoe obozrenie*. 2000; 79(4): 794–811 (in Russian). <https://elibrary.ru/hvhigf>
2. Radionovskaya Ya.E., Didenko L.V. a study of the diversity of leafhopper (*Auchenorrhyncha*) species composition in the grapes orchards of the Crimea. *Scientific Works of North Caucasian Region Research Institute of Horticulture and Viticulture*. 2015; 8: 205–215 (in Russian). <https://elibrary.ru/uiqbvd>
3. Khamaeva B.B., Bondarenko G.N., Radionovskaya Ya.E. Study of the species composition of *Auchenorrhyncha* in ampelocenoses of the Republic of Crimea. *Plant Health and Quarantine*. 2022; (3): 45–52 (in Russian). <https://doi.org/10.69536/b0075-1551-2188-w>
4. Maixner M. Phytoplasma epidemiological systems with multiple plant hosts. Weintraub P.G., Jones P. (eds.). *Phytoplasmas: genomes, plant hosts and vectors*. CABI. 2010; 213–232. <https://doi.org/10.1079/9781845935306.0213>
5. Conigliaro G. et al. Epidemiological Investigations and Molecular Characterization of 'Candidatus Phytoplasma solani' in Grapevines, Weeds, Vectors and Putative Vectors in Western Sicily (Southern Italy). *Pathogens*. 2020; 9(11): 918. <https://doi.org/10.3390/pathogens9110918>
6. Quaglino F. et al. Identification and ecology of alternative insect vectors of 'Candidatus Phytoplasma solani' to grapevine. *Scientific Reports*. 2019; 9: 19522. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56076-9>
7. Bertaccini A., Weintraub Ph.G., Rao G.P., Mori N. (eds.). *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria — II. Transmission and Management of Phytoplasma — Associated Diseases*. Singapore: Springer. 2019; X: 258. ISBN 978-981-13-2832-9 <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2832-9>
8. Porotikova E.V., Yurchenko E.G., Vinogradova S.V. First Report of 'Candidatus Phytoplasma solani' Associated with Bois Noir on Grapevine (*Vitis vinifera*) in Krasnodar Region of Russia. *Plant Disease*. 2020; 104(1): 277. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0508-PDN>
9. Yurchenko E.G. Phytosanitary state of vineyards: challenges and solutions. *Plant protection and quarantine*. 2021; (10): 3–9 (in Russian). https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_10_3
10. Benedek P. a szőlő veszedelmes, új betegségét okozó *Flavescence dorée* (FD) fitoplazma és vektor rovarának (*Scaphoideus titanus* Ball) elterjedési veszélye Magyarországon. *Acta Agronomica Óváriensis*. 2014; 56(1): 75–96 (in Hungarian). <https://doi.org/10.17108/AAO.2014.01.06>
11. Sicard A. et al. *Xylella fastidiosa*: Insights into an Emerging Plant Pathogen. *Annual Review of Phytopathology*. 2018; 56: 181–202. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080417-045849>
12. Bogoutdinov D.Z., Girsova N.V., Kastalieva T.B. Analysis of the species composition of plants infected with phytoplasma of the stolbur group in Russia. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2020; (3): 26–42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xbtpss>
13. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshteyn A.A. Agroecological zoning of the territory for optimizing varietal placement, sustainable viticulture, and quality winemaking. Krasnodar. 2020; 136 (in Russian). ISBN 978-5-98272-139-6 <https://www.elibrary.ru/qsjeed>
14. Behrmann S.C., Rinklef A., Lang C., Vilcinskis A., Lee K.-Z. Potato (*Solanum tuberosum*) as a New Host for *Pentastiridius leporinus* (Hemiptera: Cixiidae) and *Candidatus Arsenophonus* Phytopathogenicus. *Insects*. 2023; 14: 281. <https://doi.org/10.3390/insects14030281>

15. Yemelyanov A.F. Nomenclatorial changes in the family Cixiidae (Homoptera, Auchenorrhyncha, Fulgoroidea), with fixation of type species of the genus *Reptalus* Emeljanov, 1971 and description of a new subgenus. *Zootaxa*. 2020; 4780(1): 197–200. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4780.1.11>
16. Jović J., Toševski I. a plea for using the correct taxon names of phytoplasma vectors: a case of *Reptalus artemisiae*, a vector of 'Candidatus Phytoplasma solani'. *Towards the Prophylactic and Agroecological Control of grapevine yellows. Proceedings of the 6th European Bois noir Workshop and 1st International Pro-AECOGY conference*. Bordeaux. 2024; 44–45.
17. Кононенко С.В., Юрченко Е.Г. Биозоологические особенности и вредоносность восковой цикадки (*Metcalfa pruinosa* Say.) на виноградниках в условиях Западного Предкавказья (Россия). *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2021; 70: 210–221. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-4-70-210-221>
18. Danielli A. *et al.* Detection and molecular characterization of phytoplasmas in the planthopper *Metcalfa pruinosa* (Say) (Homoptera: Flatidae). *Phytopathologia Mediterranea*. 1996; 35(1): 62–65.
19. Mergenthaler E., Fodor J., Kiss E., Bodnár D., Kiss B., Viczián O. Biological and molecular evidence for the transmission of aster yellows phytoplasma to French marigold (*Tagetes patula*) by the flatid planthopper *Metcalfa pruinosa*. *Annals of Applied Biology*. 2020; 176(3): 249–256. <https://doi.org/10.1111/aab.12582>
20. Trivellone V. An online global database of Hemiptera-Phytoplasma-Plant biological interactions. *Biodiversity Data Journal*. 2019; 7: e32910. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e32910>
21. Zhang F., Zhang C., Dai W., Zhang Y. Morphology and histology of the digestive system of the vector leafhopper *Psammotettix striatus* (L.) (Hemiptera: Cicadellidae). *Micron*. 2012; 43(6): 725–738. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2012.01.004>
22. Batlle A., Martínez M.A., Laviña A. Occurrence, Distribution and Epidemiology of Grapevine Yellows in Spain. *European Journal of Plant Pathology*. 2000; 106(9): 811–816. <https://doi.org/10.1023/A:1008794905178>
23. Laviña A., Sabaté J., Batlle A. Spread and transmission of Bois noir phytoplasma in two regions of Spain. *15th Meeting ICVG. Extended abstracts*. 2006; 218–220.
24. Sfalanga A., Martini M., Surico G., Bertaccini A. Involvement of phytoplasmas in a decline of *Ulmus chenmouii* in Central Italy. *Forest Pathology*. 2002; 32(4–5): 265–275. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00290.x>
25. Girsova N.V. *et al.* Diverse phytoplasmas associated with potato stolbur and other related potato diseases in Russia. *European Journal of Plant Pathology*. 2015; 145(1): 139–153. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0824-3>
26. Orságová H., Březíková M., Schlesingerová G. Presence of phytoplasmas in hemipterans in Czech vineyards. *Bulletin of Insectology*. 2011; 64(S): S119–S120.
27. Gnezdilov V.M., Orlov O.V. First Record of *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 (Hemiptera, Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Deltocephalinae), a Vector of flavescence dorée of Grapevine, from Ciscaucasia. *Entomological Review*. 2022; 102(1): 108–109. <https://doi.org/10.1134/S0013873822010092>
28. Chuche J., Thiéry D. Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2014; 34(2): 381–403. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0208-7>
29. Сугоняев Е.С., Балахнина И.В., Яковук В.А. Японская виноградовая цикадка (*Arboridia kakogawana Matsumura*) — новый потенциально опасный вредитель виноградной лозы на Северном Кавказе. Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. *Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. Краснодар. 2008; 5: 160–165. <https://elibrary.ru/tlkxwj>
30. Pérez K.A., Piñol B., Rosete Y.A., Wilson M., Boa E., Lucas J. Transmission of the Phytoplasma Associated with Bunchy Top Symptom of Papaya by *Empoasca papaya* Oman. *Journal of Phytopathology*. 2010; 158(3): 194–196. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01590.x>
31. Galetto L., Marzachi C., Demicheli S., Bosco D. Host Plant Determines the Phytoplasma Transmission Competence of *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae). *Journal of Economic Entomology*. 2011; 104(2): 360–366. <https://doi.org/10.1603/ec10174>
15. Yemelyanov A.F. Nomenclatorial changes in the family Cixiidae (Homoptera, Auchenorrhyncha, Fulgoroidea), with fixation of type species of the genus *Reptalus* Emeljanov, 1971 and description of a new subgenus. *Zootaxa*. 2020; 4780(1): 197–200. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4780.1.11>
16. Jović J., Toševski I. a plea for using the correct taxon names of phytoplasma vectors: a case of *Reptalus artemisiae*, a vector of 'Candidatus Phytoplasma solani'. *Towards the Prophylactic and Agroecological Control of grapevine yellows. Proceedings of the 6th European Bois noir Workshop and 1st International Pro-AECOGY conference*. Bordeaux. 2024; 44–45.
17. Kononenko S.V., Yurchenko E.G. Bioecological characteristic features and harmfulness of leafhopper (*Metcalfa pruinosa* Say.) on vineyards in the Western Ciscaucasia climate conditions (Russia). *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2021; 70: 210–221 (in Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-4-70-210-221>
18. Danielli A. *et al.* Detection and molecular characterization of phytoplasmas in the planthopper *Metcalfa pruinosa* (Say) (Homoptera: Flatidae). *Phytopathologia Mediterranea*. 1996; 35(1): 62–65.
19. Mergenthaler E., Fodor J., Kiss E., Bodnár D., Kiss B., Viczián O. Biological and molecular evidence for the transmission of aster yellows phytoplasma to French marigold (*Tagetes patula*) by the flatid planthopper *Metcalfa pruinosa*. *Annals of Applied Biology*. 2020; 176(3): 249–256. <https://doi.org/10.1111/aab.12582>
20. Trivellone V. An online global database of Hemiptera-Phytoplasma-Plant biological interactions. *Biodiversity Data Journal*. 2019; 7: e32910. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e32910>
21. Zhang F., Zhang C., Dai W., Zhang Y. Morphology and histology of the digestive system of the vector leafhopper *Psammotettix striatus* (L.) (Hemiptera: Cicadellidae). *Micron*. 2012; 43(6): 725–738. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2012.01.004>
22. Batlle A., Martínez M.A., Laviña A. Occurrence, Distribution and Epidemiology of Grapevine Yellows in Spain. *European Journal of Plant Pathology*. 2000; 106(9): 811–816. <https://doi.org/10.1023/A:1008794905178>
23. Laviña A., Sabaté J., Batlle A. Spread and transmission of Bois noir phytoplasma in two regions of Spain. *15th Meeting ICVG. Extended abstracts*. 2006; 218–220.
24. Sfalanga A., Martini M., Surico G., Bertaccini A. Involvement of phytoplasmas in a decline of *Ulmus chenmouii* in Central Italy. *Forest Pathology*. 2002; 32(4–5): 265–275. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00290.x>
25. Girsova N.V. *et al.* Diverse phytoplasmas associated with potato stolbur and other related potato diseases in Russia. *European Journal of Plant Pathology*. 2015; 145(1): 139–153. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0824-3>
26. Orságová H., Březíková M., Schlesingerová G. Presence of phytoplasmas in hemipterans in Czech vineyards. *Bulletin of Insectology*. 2011; 64(S): S119–S120.
27. Gnezdilov V.M., Orlov O.V. First Record of *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 (Hemiptera, Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Deltocephalinae), a Vector of flavescence dorée of Grapevine, from Ciscaucasia. *Entomological Review*. 2022; 102(1): 108–109. <https://doi.org/10.1134/S0013873822010092>
28. Chuche J., Thiéry D. Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2014; 34(2): 381–403. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0208-7>
29. Sugonyaev E.S., Balakhnina I.V., Yakovuk V.A. The Japanese grape cicada (*Arboridia kakogawana Matsumura*) is a new potentially dangerous pest of the vine in the North Caucasus. *Biological protection of plants is the basis for the stabilization of agroecosystems. Materials of the reports of the International Scientific and Practical Conference*. Krasnodar. 2008; 5: 160–165 (in Russian). <https://elibrary.ru/tlkxwj>
30. Pérez K.A., Piñol B., Rosete Y.A., Wilson M., Boa E., Lucas J. Transmission of the Phytoplasma Associated with Bunchy Top Symptom of Papaya by *Empoasca papaya* Oman. *Journal of Phytopathology*. 2010; 158(3): 194–196. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01590.x>
31. Galetto L., Marzachi C., Demicheli S., Bosco D. Host Plant Determines the Phytoplasma Transmission Competence of *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae). *Journal of Economic Entomology*. 2011; 104(2): 360–366. <https://doi.org/10.1603/ec10174>

ОБ АВТОРАХ

Олег Валерьевич Орлов

младший научный сотрудник
orlovov@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-5408-8963>

Евгения Георгиевна Юрченко

кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующая научным центром
yug.agroekos@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4788-3889>

Елена Тарасовна Ильницкая

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
ilnitskaya79@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2446-0971>

Татьяна Дмитриевна Козина

младший научный сотрудник
tiaanta@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2908-6461>

Марина Викторовна Макаркина

младший научный сотрудник
marina.v.makarkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3397-0666>

Северо-Кавказский федеральный научный центр
садоводства, виноградарства, виноделия,
ул. 40-летия Победы, 39, Краснодар, 350901, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Oleg Valerievich Orlov

Junior Research Assistant
orlovov@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-5408-8963>

Evgenia Georgievna Yurchenko

Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Scientific Center
yug.agroekos@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4788-3889>

Elena Tarasovna Ilnitskaya

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
ilnitskaya79@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2446-0971>

Tatiana Dmitrievna Kozina

Junior Research Assistant
tiaanta@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2908-6461>

Marina Victorovna Makarkina

Junior Research Assistant
marina.v.makarkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3397-0666>

North Caucasus Foederalis Scientific Centrum
Horticulture, Viticulture, Winemaking,
39 40th anniversary of Pobedy, Krasnodar, 350901, Russia



7-я международная выставка
технологий выращивания, хранения
и сбыта плодово-ягодной продукции

САДЫ РОССИИ PRO ЯБЛОКО 2025

ГЛАВНАЯ ВЫСТАВКА
ДЛЯ САДОВОДОВ

9-11 ИЮНЯ
2025



г. Минеральные Воды,
МВЦ Минводы ЭКСПО
РЕКЛАМА

А.С. Иванисова ✉
Д.М. Марченко
О.А. Дубинина
М.М. Иванисов
С.В. Подгорный

Аграрный научный центр «Донской»
 Зерноград, Ростовская обл., Россия

✉ kameneva.anka2016@yandex.ru

Поступила в редакцию: 17.02.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 24.04.2025

© Иванисова А.С., Марченко Д.М.,
 Дубинина О.А., Иванисов М.М.,
 Подгорный С.В.

Anna S. Ivanisova ✉
Dmitry M. Marchenko
Olga A. Dubinina
Mikhail M. Ivanisov
Sergey V. Podgorny

Agricultural Research Center «Donskoy»
 Zernograd, Rostov region, Russia

✉ kameneva.anka2016@yandex.ru

Received by the editorial office: 17.02.2025

Accepted in revised: 09.04.2025

Accepted for publication: 24.04.2025

© Ivanisova A.S., Marchenko D.M.,
 Dubinina O.A., Ivanisov M.M., Podgorny S.V.

Хозяйственно-биологическая характеристика современных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из существенных факторов дальнейшего повышения урожайности зерновых культур и увеличения валового сбора зерна является внедрение новых высокопродуктивных с комплексом хозяйственно полезных признаков и свойств сортов. **Цель исследований** — оценка современных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» по комплексу хозяйственно ценных признаков и свойств.

Результаты. Изучаемые в опыте новые сорта озимой твердой пшеницы были созданы методом межсортовой и ступенчатой гибридизации с использованием в качестве родительских форм сорта Тейя, линий собственной селекции (2257/07, 1036/09, 2424/07, 776/10) и инорайонных сортов (Крупинка, Соло, Тур, Посейдон). Средняя урожайность их за 2021–2024 гг. находилась в пределах от 8,16 т/га (Кристелла) до 9,70 т/га (Придонье). Достоверные прибавки отмечены у трех новых сортов озимой твердой пшеницы: Эллада (+0,48 т/га), Графит (+0,82 т/га), Придонье (+1,27 т/га). Изучаемые новые сорта относятся к различным группам спелости, короткостебельные, устойчивые к полеганию, крупнозерные. Сохранность растений данных сортов варьировала от 56,1 до 68,5%, у стандартного сорта Кристелла — 59,1%. Сорта Эллада, Хризолит и Придонье по морозостойкости не уступают стандарту. Содержание белка в зерне было сформировано на уровне 13,70–14,40%, клейковины — 27,4–28,9%, что соответствует I–II классу качества зерна (ГОСТ 9353-2016). Стекловидность зерна за изучаемый период находилась в пределах от 78 до 88%, у стандарта — 83%. Несмотря на обильные осадки в период уборки 2023 г., были выделены высокостекловидные сорта озимой твердой пшеницы Каротинка (85%), Графит (87%), Придонье (88%), которые соответствовали I классу качества зерна. Цвет макарон перспективных сортов озимой твердой пшеницы — янтарный или темно-янтарный, что соответствует оценке 5 баллов.

Ключевые слова: озимая твердая пшеница, сорт, производство, качество зерна, макаронные изделия

Для цитирования: Иванисова А.С., Марченко Д.М., Дубинина О.А., Иванисов М.М., Подгорный С.В. Хозяйственно-биологическая характеристика современных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 106–111.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-106-111>

Economic and biological characteristics of modern winter durum wheat varieties developed by the FSBSI «ARC «Donskoy»

ABSTRACT

Relevance. One of the essential factors for further increasing the yield of grain crops and increasing the gross grain harvest is the introduction of new highly productive varieties with a complex of economically useful characteristics and properties.

The purpose of the research is to evaluate modern varieties of winter durum wheat selected by the Federal State Budgetary Institution ANTS «Donskoy» according to a set of economically valuable traits and properties.

Results. The new winter durum wheat varieties studied in the trial were developed by the method of intervarietal and stepwise hybridization using the variety Teiya, lines of our own breeding (2257/07, 1036/09, 2424/07, 776/10) and varieties from other regions (Krupinka, Solo, Tur, Poseidon) as parental forms. Their mean productivity in 2021–2024 ranged from 8.16 t/ha (Kristella) to 9.70 t/ha (Pridonie). There were significant increases in the new winter durum wheat varieties Ellada (+0.48 t/ha), Grafit (+0.82 t/ha) and Pridonie (+1.27 t/ha). The studied new varieties are short-stemmed, lodging-resistant and large-grained, and belong to different groups of maturity. The plant survival rate of these varieties varied from 56.1 to 68.5%, with 59.1% of the standard variety Kristella. Frost resistance of the varieties Ellada, Khrizolit and Pridonie was similar to that of the standard variety. Protein percentage in grain was 13.70–14.40%, gluten was 27.4–28.9%, which corresponded to the 1st-2nd grain quality class (GOST 9353-2016). Grain hardness during the studied period ranged from 78 to 88%, with 83% of the standard. Despite abundant precipitation during the 2023 harvesting, there were identified such winter durum wheat varieties with high grain hardness as Karotinka (85%), Grafit (87%), Pridonie (88%), which corresponded to the 1st grain quality class. The pasta color of the promising winter durum wheat varieties was amber or dark amber, which corresponded to 5 points.

Key words: winter durum wheat, variety, production, grain quality, pasta

For citation: Ivanisova A.S., Marchenko D.M., Dubinina O.A., Ivanisov M.M., Podgorny S.V. Economic and biological characteristics of modern winter durum wheat varieties developed by the FSBSI «ARC «Donskoy». *Agrarian science*. 2025; 394(05): 106–111 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-106-111>

Введение/Introduction

Отечественная селекция сельскохозяйственных культур — важнейшее средство научно-технологического прогресса современного растениеводства, развивающегося на основе интенсификации [1, 2].

В настоящее время в системе интенсивного земледелия сорту отводится важная роль, так как он является фундаментом урожайности, на котором строится весь комплекс приемов современной агротехники. Важнейшими показателями создаваемых сортов остаются высокий и стабильный урожай зерна, высокая устойчивость к абиотическим факторам среды, а также хорошее качество зерна [3].

Одним из главных требований производства зерна и актуальной селекционной проблемой является ускоренное создание высокоурожайных сортов зерновых культур, устойчивых к полеганию, болезням, отзывчивых на удобрения, приспособленных к современной технологии возделывания, экологически пластичных, с высоким качеством продукции. Сорт — одно из главных средств сельскохозяйственного производства. Он должен обладать совокупностью многих биологических признаков, при равных условиях обеспечивать получение более высокого урожая лучшего качества [4, 5].

Основная цель выращивания озимых твердых пшениц — обеспечение макаронной промышленности высококачественным сырьем.

Существенным фактором дальнейшего повышения урожайности данной культуры и увеличения валового сбора зерна является внедрение новых высокопродуктивных с комплексом хозяйственно полезных признаков и свойств сортов. Появилась необходимость во внедрении в производство новых, интенсивных сортов озимой твердой пшеницы, дающих высокие урожаи в условиях растущей культуры земледелия [6].

Цель исследований — оценка современных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской»» по комплексу хозяйственно ценных признаков и свойств.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2021–2024 гг. на опытных участках отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской»» (Россия).

В опыте изучали 5 новых сортов озимой твердой пшеницы, включенных в Государственный

реестр селекционных достижений: в 2024 году¹ — Эллада, Хризолит; в 2025 году — Придонье; проходящих изучение на государственных сортоучастках РФ — Каротинка, Графит. В качестве стандарта использовали сорт Кристелла (стандарт на сортоучастках Ростовской области).

Посев проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed S (Австрия) рядовым способом с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Площадь делянок — 10 м², повторность — шестикратная. Предшественники: сидеральный пар, горох, кукуруза на зерно, подсолнечник.

Фенологические наблюдения, оценки устойчивости к полеганию, болезням, другим стресс-факторам проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур РФ². Морозостойкость определяли лабораторным методом (промораживание растений, выращенных в посевных ящиках в камерах низких температур КНТ-1 (Россия) при температуре -17 °С) по методике В.Я. Юрьева (1950 г.)³.

Определяли качество зерна у сортов озимой твердой пшеницы: количество клейковины — по ГОСТ Р 54478-2011⁴, натуру зерна — по ГОСТ 10840-2017⁵, содержание белка — по ГОСТ 10846-91⁶, стекловидность — по ГОСТ Р 70629-2023⁷, содержание каротиноидов — колориметрическим методом⁸, технологическую оценку — по ГОСТ 9353-2016⁹.

Цвет сухих макарон оценивали визуально (по пятибалльной шкале) в соответствии с методическими указаниями по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1988 г.)¹⁰.

Агрометеорологические условия в годы исследований были разными: умеренное увлажнение и благоприятные условия для роста и развития растений, а также для налива зерна в 2021 и 2022 годы (количество осадков — 569,2 мм и 609,2 мм при норме 582,4 мм), обильные осадки (в конце мая — начале июня) 2023 года привели к получению урожая с низкой стекловидностью зерна твердой пшеницы. Сильная засуха в 2024 году (количество осадков 537,0 мм) повлияла на сроки уборки текущего года, она началась раньше среднесезонных, но, несмотря на это, удалось получить достаточно высокий урожай зерна озимой твердой пшеницы¹¹.

Математическую обработку экспериментального материала проводили с помощью специальных программ: Microsoft Office Excel, Статистика 6.0 (США).

¹ Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию. Москва, 2024.

² Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Группа Компаний Море. 2019; 1: 384.

³ Юрьев В.Я., Кучумов П.В., Линник Г.Н. Общая селекция и семеноводство полевых культур. М.: Госминхозиздат. 1950; 428.

⁴ ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

⁵ ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения натуры.

⁶ ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

⁷ ГОСТ Р 70629-2023 Пшеница. Определение стекловидности оптическим методом.

⁸ ГОСТ Р 54058-2010 Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов.

⁹ ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ. 2019; 11.

¹⁰ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Государственная комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур [под общ. ред. М.А. Федина]. Москва. 1988; 121.

¹¹ <http://www.pogodaiklimat.ru/history/34735.htm>

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучаемые в опыте новые сорта озимой твердой пшеницы созданы методом межсортной и сложной ступенчатой гибридизации с использованием в качестве родительских форм сорта Тейя, линий собственной селекции (2257/07, 1036/09, 2424/07, 776/10) и инорайонных сортов (Крупинка, Соло, Тур, Посейдон) (табл. 1).

Урожайность является основным критерием оценки сорта. Формирование ее зависит как от сортовых особенностей, так и от условий возделывания, поэтому можно предположить, что наследственный максимум урожайного потенциала сорта может быть реализован в контрастных эколого-географических зонах [7].

По предшественнику сидеральный пар в 2021 году урожайность сортов озимой твердой пшеницы находилась в пределах от 6,16 до 8,42 т/га, достоверное превышение над стандартом ($НСР_{05} = 0,45$ т/га) отмечено у четырех сортов: Каротинка (+0,66 т/га), Эллада (+0,90 т/га), Придонье (+1,25 т/га), Графит (+1,61 т/га) (табл. 2).

Максимальная урожайность за изучаемый период была получена в 2022 году. Размах варьирования — от 10,82 до 12,12 т/га. Достоверно превысили стандарт ($НСР_{05} = 0,48$ т/га) три сорта: Эллада (+0,90 т/га), Придонье (+1,22 т/га), Графит (+1,25 т/га). В 2023 и 2024 гг. все изучаемые в опыте сорта озимой твердой пшеницы превысили стандарт ($НСР_{05} = 0,40$ т/га и 0,41 т/га) на 0,56–1,69 т/га и 0,50–1,92 т/га соответственно.

Средняя урожайность за четыре года (2021–2024 гг.) находилась в пределах от 8,18 т/га (Кристалла) до 9,70 т/га (Придонье). Достоверные прибавки отмечены у четырех новых сортов озимой твердой пшеницы: Каротинка (+0,63 т/га), Эллада (+0,73 т/га), Графит (+1,07 т/га), Придонье (+1,52 т/га). Необходимо отметить, что у выделенных образцов прослеживается высокая урожайность во все годы исследования.

Продолжительность вегетационного периода у сортов озимой твердой пшеницы определяется их генетическими особенностями и факторами среды. При этом срок выколашивания — более надежная характеристика признака в условиях юга Ростовской области [8].

Изучаемые новые сорта относятся к различным группам спелости: к среднеранней группе — Кристалла (стандарт) и Придонье, колосшение

Таблица 1. Родословная новых сортов озимой твердой пшеницы селекции Аграрного научного центра «Донской»

Table 1. Pedigree of the new winter durum wheat varieties developed by the Agricultural Research Center "Donskoy"

Сорт	Год включения в Госреестр РФ / передачи на ГСИ	Родительские формы
Хризолит	2024	Тейя х Соло
Эллада	2024	1096/09 х Крупинка
Придонье	2025	2257/07 х 2427/07
Каротинка*	2022	776/10 х Тур
Графит*	2022	2257/07 х Посейдон

Примечание: * сорт проходит государственное сортоиспытание.

Таблица 2. Урожайность новых сортов озимой твердой пшеницы, 2021–2024 гг.

Table 2. Productivity of the new winter durum wheat varieties, 2021–2024

Сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	+ к стандарту
Кристалла, стандарт	6,81	10,87	5,89	9,16	8,18	–
Эллада	7,71	11,77	6,42	9,72	8,91	0,73
Хризолит	6,16	11,25	7,33	9,91	8,66	0,48
Придонье	8,06	12,09	7,58	11,08	9,70	1,52
Каротинка	7,47	10,82	7,18	9,76	8,81	0,63
Графит	8,42	12,12	6,71	9,76	9,25	1,07
$НСР_{05}$	0,45	0,48	0,40	0,41	0,49	–

которых наступило 18 мая; к среднеспелой — Хризолит, Графит и Эллада, которые выколашиваются в среднем 20–22 мая; к среднепоздней — Каротинка (23 мая) (табл. 3).

Выведение короткостебельных форм — один из наиболее эффективных способов дальнейшего повышения потенциала продуктивности пшеницы, а внедрение их в производство позволит успешно решить проблему борьбы с полеганием [9]. Новые сорта озимой твердой пшеницы короткостебельные (86–105 см), высота растений их от 90,4 см (Эллада) до 99,9 см (Каротинка), устойчивы к полеганию (5 баллов), имеют крупное и выполненное зерно (масса 1000 зерен > 40,0 г).

Одной из актуальных проблем селекции является создание морозо- и зимостойких сортов озимой твердой пшеницы. Морозостойкость в опыте оценивали путем промораживания растений в холодильных установках КНТ-1 при критической температуре -17 °С. Сохранность растений варьировала от 56,1 до 68,5%, у стандартного сорта Кристалла — 59,1%. Эллада, Хризолит и

Таблица 3. Хозяйственно-биологическая характеристика новых сортов озимой твердой пшеницы, 2021–2024 гг.

Table 3. Economic and biological characteristics of the new winter durum wheat varieties, 2021–2024

Сорт	Дата колосшения, май	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Масса 1000 зерен, г	Морозостойкость, %	Зимостойкость, балл
Кристалла, стандарт	18	92,9	4,5	41,6	59,1	5,0
Эллада	22	90,4	5,0	42,9	68,5	5,0
Хризолит	20	90,9	5,0	40,1	60,9	5,0
Придонье	18	91,8	5,0	43,7	63,0	5,0
Каротинка	23	99,9	5,0	42,5	56,2	5,0
Графит	20	93,7	5,0	41,4	56,1	5,0
$НСР_{05}$	2,0	3,5	0,2	1,3	4,7	0,1

Придонье по уровню морозостойкости не уступают стандарту. Условия перезимовки за годы изучения были благоприятными для изучаемых сортов, оценка их зимостойкости составила 5 баллов.

Реальная ценность сельскохозяйственной продукции во многом определяется ее качеством [10]. Содержание белка в зерне новых сортов озимой твердой пшеницы было сформировано на уровне 13,70–14,40%, клейковины — 27,4–28,9%, что соответствует I–II классу качества зерна (табл. 4).

Повышенное содержание желтых пигментов в зерне для озимой твердой пшеницы является важным признаком, так как напрямую связано с цветом макаронных изделий [10]. Изучаемые новые сорта несущественно различаются по этому показателю. Содержание каротиноидов отмечено в пределах 538–560 мкг/%.

Показатель стекловидности зерна для твердых пшениц необходимо обязательно учитывать в селекционных программах. Это связано с тем, что для высокого выхода крупок, из которых готовят высококачественные прессованные изделия, необходимо иметь зерно с твердым стекловидным эндоспермом [11].

Стекловидность зерна новых сортов озимой твердой пшеницы существенно изменялась по годам. В среднем за четыре года изучения она находилась в пределах от 78 до 88%, у стандарта — 83%. Обильные осадки в период уборки 2023 г. оказали негативное влияние на данный признак, что повлияло на средний показатель. Несмотря на это, были выделены высокостекловидные сорта озимой твердой пшеницы — Каротинка (85%), Графит (87%), Придонье (88%), которые соответствовали I классу качества зерна.

Натура зерна новых сортов озимой твердой пшеницы находилась в пределах 777–801 г/л. Все представленные образцы по данному признаку соответствовали I классу качества зерна (> 770 г/л).

Главное при оценке технологических достоинств этой культуры — определение пригодности зерна для производства высококачественных макарон [12]. Цвет макарон перспективных сортов озимой твердой пшеницы янтарный или темно-янтарный, что соответствует оценке 5 баллов.

Предшественники озимой пшеницы оказывают существенное влияние на урожайность и качество зерна этой культуры [13]. С целью выявления реакции генотипов на изменение условий выращивания новые сорта озимой твердой пшеницы ежегодно изучаются по различным предшественникам: гороху, кукурузе на зерно и подсолнечнику.

Горох является хорошим предшественником для возделывания озимой твердой пшеницы. Урожай зерна новых сортов изменялся от 6,90 т/га (Хризолит) до 8,16 т/га (Графит),

Рис. 1. Урожайность новых сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам, 2021–2024 гг.

Fig. 1. Productivity of the new winter durum wheat varieties sown after various forecrops, 2021–2024

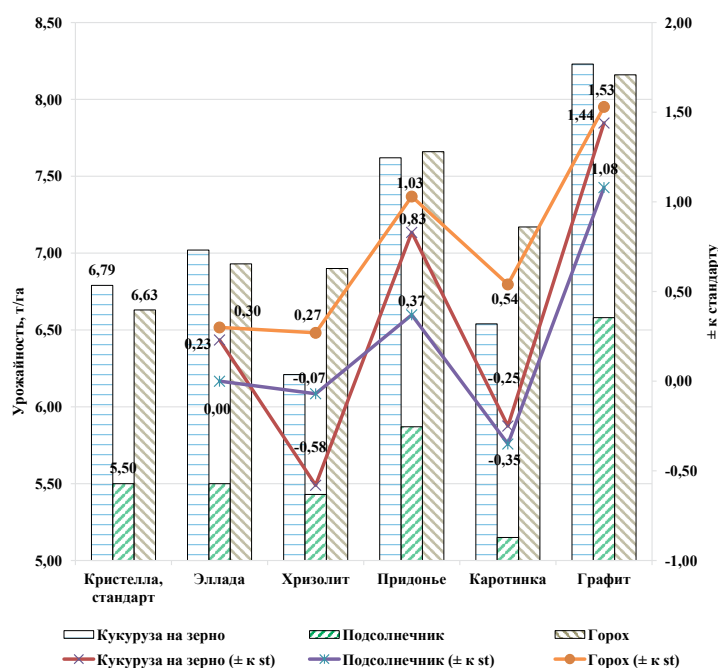


Таблица 4. Качественные показатели новых сортов озимой твердой пшеницы, 2021–2024 гг.

Table 4. Qualitative indicators of the new winter durum wheat varieties, 2021–2024

Сорт	Содержание			SDS-седиментация, мл	Стекловидность, %	Натура зерна, г/л	Цвет макарон, балл
	белка, %	клейковины, %	каротиноидов, мкг/%				
Кристелла, стандарт	13,75	27,2	513	36	83	776	4,0
Эллада	14,27	28,9	560	33	79	798	5,0
Хризолит	14,23	28,3	546	34	78	777	5,0
Придонье	14,01	28,5	538	37	88	800	5,0+
Каротинка	14,40	28,7	559	36	85	801	5,0
Графит	13,70	27,4	552	39	87	785	5,0
НСР ₀₅	0,29	0,7	17	2	4	11	0,5

у сорта Кристелла — 6,63 т/га. Максимальные прибавки ($HC_{05} = 0,52$ т/га) были получены у сортов Каротинка (+0,54 т/га), Придонье (+1,03 т/га), Графит (+1,53 т/га) (рис. 1).

По предшественнику кукуруза на зерно, как и по предшественнику горох, за годы изучения была получена высокая урожайность, которая изменялась от 6,21 т/га (Хризолит) до 8,23 т/га (Графит), у стандарта — 6,79 т/га. Достоверные прибавки ($HC_{05} = 0,63$ т/га) были получены у перспективных сортов Придонье (+0,83 т/га) и Графит (+1,44 т/га).

Урожайность по предшественнику подсолнечник варьировала от 5,15 т/га (Каротинка) до 6,58 т/га (Графит), у стандартного сорта Кристелла — 5,50 т/га. Превышение относительно стандарта ($HC_{05} = 0,81$ т/га) было отмечено у сорта Графит (+1,08 т/га).

Следует отметить новые сорта Придонье и Графит, сформировавшие максимальную урожайность при возделывании по всем изучаемым предшественникам.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грабовец А.И., Бирюков К.Н. Роль сорта в стабилизации производства зерна в широком диапазоне агроклиматических факторов. *Земледелие*. 2021; (5): 41–45. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-5-41-45>
2. Иванисов М.М., Марченко Д.М., Рыбась И.А., Киринов А.В. Новые сорта озимой пшеницы для жестких предшественников селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». *Зерновое хозяйство России*. 2024; 16(4): 75–80. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-93-4-75-80>
3. Ivanisov M., Marchenko D., Shishkin N., Gaze V. Productivity and resistance to stress factors of winter wheat varieties bred by ARC "Donskoy". *E3S Web of Conferences*. 2023; 413: 01006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341301006>
4. Кузьменко Н.В., Муругова Г.А., Клыков А.Г., Коновалова И.В. Продуктивность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Приморского края. *Аграрная наука*. 2023; (9): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83>
5. Рябцева Н.А. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников и сортов в условиях Ростовской области. *Аграрная наука*. 2023; (1): 65–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-65-69>
6. Ложкин А.Г., Дмитриев В.Л., Мальчиков П.Н. Сравнительная оценка сортов яровой твердой пшеницы в условиях Чувашской Республики. *Пермский аграрный вестник*. 2023; (3): 29–34. <https://elibrary.ru/opiqog>
7. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes. *Plants*. 2022; 11(13): 1640. <https://doi.org/10.3390/plants11131640>
8. Чернова А.А., Подгорный С.В., Скрипка О.В., Чернова В.Л., Самофалов А.П. Сравнительная оценка перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2024; 54(4): 43–50. <https://elibrary.ru/bjuivg>
9. Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Аграрная наука*. 2023; (2): 76–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>
10. Кандроков Р.Х. Влияние содержания зерна белозерной пшеницы в твердой пшенице на выход и качество муки и макаронных изделий. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия: Аграрные науки*. 2023; 61(2): 162–176. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176>

Выводы/Conclusions

Новые сорта озимой твердой пшеницы представляют большой научно-производственный интерес. С их созданием разрыв в продуктивности по отношению к районированным сортам мягкой пшеницы еще больше сократился.

Представленные современные сорта озимой твердой пшеницы (Эллада, Хризолит, Придонье, Каротинка, Графит) показывают высокие прибавки урожайности (0,23–1,53 т/га) по различным предшественникам, что говорит о их высокой экологической пластичности. Обладают комплексом хозяйственно ценных признаков: высокой морозостойкостью (56,1–68,5%), устойчивостью к полеганию (5,0 баллов), короткостебельностью (90,4–99,9 см), качеством зерна и макарон (содержание белка 13,70–14,40%, клейковины — 27,4–28,9%, каротиноидов — 538–560 мкг/%)

Создание и внедрение в производство новых сортов озимой твердой пшеницы позволят оказать заметное влияние на уровень обеспеченности населения высококачественными продуктами.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Grabovets A.I., Biryukov K.N. Role of the variety in the stabilization of grain production in a wide range of agroclimatic factors. *Zemledelie*. 2021; (5): 41–45 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-5-41-45>
2. Ivanisov M.M., Marchenko D.M., Rybas I.A., Kirin A.V. New winter wheat varieties for rigid forecrops developed by the FSBI «ARC "Donskoy"». *Grain Economy of Russia*. 2024; 16(4): 75–80 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-93-4-75-80>
3. Ivanisov M., Marchenko D., Shishkin N., Gaze V. Productivity and resistance to stress factors of winter wheat varieties bred by ARC "Donskoy". *E3S Web of Conferences*. 2023; 413: 01006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341301006>
4. Kuzmenko N.V., Murugova G.A., Klykov A.G., Konovalova I.V. Productivity of soft and hard spring wheat varieties under the conditions of Primorsky Krai. *Agrarian science*. 2023; (9): 79–83 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83>
5. Ryabtseva N.A. The yield of winter wheat depending on the sequence in the crop rotation and variety in the conditions of the Rostov region. *Agrarian science*. 2023; (1): 65–69 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-65-69>
6. Lozhkin A.G., Dimitriev V.L., Malchikov P.N. Comparative assessment of spring durum wheat varieties in the conditions of the Chuvash Republic. *Perm Agrarian Journal*. 2023; (3): 29–34 (in Russian). <https://elibrary.ru/opiqog>
7. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes. *Plants*. 2022; 11(13): 1640. <https://doi.org/10.3390/plants11131640>
8. Chernova A.A., Podgorny S.V., Skripka O.V., Chernova V.L., Samofalov A.P. Comparative evaluation of the promising lines of winter soft wheat in the south of the Rostov region. *Siberian herald of agricultural science*. 2024; 54(4): 43–50 (in Russian). <https://elibrary.ru/bjuivg>
9. Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Yu., Koneeva O.A., Zaitsev V.A. Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region. *Agrarian science*. 2023; (2): 76–81 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>
10. Kandrov R.Kh. Effect of white wheat in durum wheat on the yield and quality of flour and pasta products. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Series: Agricultural sciences*. 2023; 61(2): 162–176 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176>

11. Kroupin P.Y. *et al.* Association of High-Molecular-Weight Glutenin Subunits with Grain and Pasta Quality in Spring Durum Wheat (*Triticum turgidum* spp. *durum* L.). *Agronomy*. 2023; 13(6): 1510. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061510>
12. Шыурова Н.А., Субботин А.Г., Жужукин В.И., Нарусhev В.Б., Мухатова Ж.Н., Башинская О.С. Селекционная оценка сортов образцов и линий яровой твердой пшеницы в засушливых условиях Нижнего Поволжья. *Успехи современного естествознания*. 2019; (12-2): 236–242. <https://doi.org/10.17513/use.37295>
13. Малкандуев Х.А., Шамурзаев Р.И., Малкандуева А.Х. Формирование урожая и качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и условий возделывания. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2022; (3): 40–50. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50>

ОБ АВТОРАХ

Анна Сергеевна Иванисова
младший научный сотрудник
kameneva.anka2016@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1466-250X>

Дмитрий Михайлович Марченко
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
<https://orcid.org/0000-0002-5251-3903>

Ольга Алексеевна Дубинина
агроном
dubinina.1881@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2768-4935>

Михаил Михайлович Иванисов
кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
ivanisov561991@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7395-0910>

Сергей Викторович Подгорный
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
podgorny128@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

Аграрный научный центр «Донской»
Научный городок, 3, Зерноград, 347740,
Ростовская обл., Россия

11. Kroupin P.Y. *et al.* Association of High-Molecular-Weight Glutenin Subunits with Grain and Pasta Quality in Spring Durum Wheat (*Triticum turgidum* spp. *durum* L.). *Agronomy*. 2023; 13(6): 1510. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061510>
12. Shyurova N.A., Subbotin A.G., Zhuzhukin V.I., Narushev V.B., Mukhatova Zh.N., Bashinskaya O.S. Selective evaluation of grade samples and lines of spring hard wheat in dry conditions of Lower Volga region. *Advances in current natural sciences*. 2019; (12-2): 236–242 (in Russian). <https://doi.org/10.17513/use.37295>
13. Malkanduev Kh.A., Shamurzaev R.I., Malkandueva A.Kh. Formation of yield and grain quality of winter wheat varieties depending on precursors and growing conditions. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022; (3): 40–50 (in Russian). <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50>

ABOUT THE AUTHORS

Anna Sergeevna Ivanisova
Junior Researcher
kameneva.anka2016@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1466-250X>

Dmitry Mikhailovich Marchenko
Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher
<https://orcid.org/0000-0002-5251-3903>

Olga Alekseevna Dubinina
Agronomist
dubinina.1881@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2768-4935>

Mikhail Mikhailovich Ivanisov
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher
ivanisov561991@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7395-0910>

Sergey Viktorovich Podgorny
Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher
podgorny128@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

Agricultural Research Center “Donskoy”,
3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov
region, 347740, Russia

В.А. Свирина ✉

В.Г. Черногаев

Институт семеноводства и
агротехнологий — филиал
Федерального научного
агроинженерного центра
ВИМ, Рязань, Россия

✉ svirina-vera@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.02.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 24.04.2025

© Свирина В.А., Черногаев В.Г.

Vera A. Svirina ✉

Vitaly G. Chernogaev

The Institute of Seed Production and
Agrotechnologies — branch
of Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Ryazan, Russia

✉ svirina-vera@mail.ru

Received by the editorial office: 05.02.2025

Accepted in revised: 09.04.2025

Accepted for publication: 24.04.2025

© Svirina V.A., Chernogaev V.G.

Интенсивная технология возделывания сои на основе использования бактериальных и минеральных удобрений

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты трехлетних исследований по влиянию микробиологических удобрений и регулятора роста на продуктивность и качество сои в условиях Рязанской области. Изучались предпосевная обработка семян бактериальным препаратом «Нитрагин КМ, СП», предпосевная обработка семян и внекорневая подкормка по фазам развития микробиологическим препаратом «Органин N, Ж», кремнийсодержащим регулятором роста «АпаСил, П». Показано, что применение биопрепаратов «Нитрагин КМ, СП» (0,08 кг/га, норма) + «Органин N» (1,5 л/га) (обработка семян), «Органин N, Ж» (2 л/га) (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» (2 л/га) (опрыскивание в фазу бутонизации) совместно с применением минеральных удобрений способствует повышению урожайности, улучшению элементов структуры сои. Достоверно подтверждается усиление деятельности микроорганизмов в образовании диоксида углерода (CO₂) на всех вариантах с биопрепаратами. В течение всего периода исследований применение биологических препаратов оказало выраженное положительное влияние на увеличение урожайности сои на 0,31–0,50 т/га по сравнению с контролем без обработки. В среднем за годы проведенных исследований (2022–2024 гг.) с применением биопрепаратов наибольшая урожайность сои отмечена на варианте № 3, где урожай составил 3,12 т/га, что превышает значение контрольного варианта на 19,1%. При использовании биопрепаратов масса семян с одного растения увеличилась на 1,3–2,0 г. Самый высокий показатель отмечен на вариантах № 3 и № 4 — по 8,3 г. В опытных вариантах № 3 и № 4 сформировались более крупные и выполненные зерна (масса 1000 семян сои) — 153,9–153,5 г соответственно. Масса 1000 семян в варианте № 3 увеличилась на 8,5 г по сравнению с вариантом без обработки.

Ключевые слова: соя, биопрепараты, микробиологические препараты, урожайность, минеральные удобрения, плодородие

Для цитирования: Свирина В.А., Черногаев В.Г. Интенсивная технология возделывания сои на основе использования бактериальных и минеральных удобрений. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 112–118.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-112-118>

Intensive technology of soybean cultivation based on the use of bacterial and mineral fertilizers

ABSTRACT

The results of three years of research on the effect of microbiological fertilizers and growth regulators on soybean productivity and quality in the Ryazan region are presented. The pre-sowing treatment of seeds with the bacterial preparation "Nitragin KM, SP", pre-sowing treatment of seeds and foliar top dressing according to the phases of development with the microbiological preparation "Organit N, Zh", the silicon-containing growth regulator "ApaSil, P". It was shown that the use of biologics "Nitragin KM, SP" (0.08 kg/ha, norm) + "Organit N" (1.5 l/ha) (seed treatment), "Organit N, Zh" (2 l/ha) (spraying in the branching phase) + "Organit N, Zh" (2 l/ha) (spraying in the budding phase) together with the use of mineral fertilizers helps to increase yields, improvement of soy structural elements.

The increased activity of microorganisms in the formation of carbon dioxide (CO₂) in all variants with biological products is reliably confirmed. During the entire study period, the use of biological preparations had a pronounced positive effect on an increase in soybean yield by 0.31–0.50 t/ha compared with the control without treatment. On average, over the years of research (2022–2024) using biologics, the highest yield of soybeans was noted in option No. 3, where the yield was 3.12 t/ha, which exceeds the value of the control option by 19.1%. When using biologics, the weight of seeds from one plant increased by 1.3–2.0 g. The highest indicator was noted in variants No. 3 and No. 4 — 8.3 g each. In experimental variants No. 3 and No. 4, larger and more complete grains (weight of 1000 soybean seeds) were formed — 153.9–153.5 g, respectively. The weight of 1,000 seeds in variant No. 3 increased by 8.5 g compared to the untreated variant.

Key words: soybeans, biological products, microbiological preparations, yield, mineral fertilizers, fertility

For citation: Svirina V.A., Chernogaev V.G. Intensive technology of soybean cultivation based on the use of bacterial and mineral fertilizers. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 112–118 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-112-118>

Введение/Introduction

Одним из важных элементов биологического земледелия в контексте влияния на процессы трансформации органического вещества следует считать применение биопрепаратов и стимуляторов роста, которые снижают фитотоксичность, стимулируют симбиотическую деятельность, фиксируют атмосферный азот, переводя его в формы, пригодные для потребления растением, повышают биологическую активность и продуктивность сои.

Об актуальности и практической значимости данного направления говорит то, что в настоящее время имеются данные многочисленных исследований о положительном влиянии биопрепаратов на урожайность как небобовых, так и бобовых растений [1–5].

Микроорганизмы, осуществляя трансформацию растительных остатков и участвуя в формировании структуры почвы, образовании гумуса и его минерализации, играют важную роль в почвообразовании и сохранении плодородия [6]. Для того чтобы вырастить экологически чистую продукцию, во многих странах широко внедряют в сельскохозяйственное производство биопрепараты [7].

Производство сои активно развивается по всему миру, особенно в России. Урожай семян сои зависит от влияния целого ряда факторов, таких как норма высева, pH почвы, погодные условия и сортовые особенности [8–11].

Успех возделывания сельскохозяйственной культуры определяется такими составляющими, как получение полноценных всходов, создание для растений благоприятных условий питания и увлажнения, защита от неблагоприятных условий. Решающий фактор — правильный выбор сорта [12].

Важным элементом технологии возделывания сои является способ обработки почвы, что значительно сказывается на урожайности [13]. Один из агроприемов, направленных на повышение урожая семян сои, — правильный выбор оптимального срока высева, который должен соответствовать биологическим особенностям не только культуры, но и сорта [14]. Какой будет урожайность, во многом зависит от метеорологических условий вегетационного периода [15].

Основной фитосанитарной безопасности посевов сои, как, впрочем, и других культур, являются высокая культура земледелия и выстраивание агротехнических мероприятий с таким расчетом, чтобы они, положительно влияя на культурные растения, уничтожающе действовали на вредные организмы. Такой подход необходим при планировании всей технологической схемы выращивания сои [16–18]. Активность азотфиксации коррелирует с фазой

развития растений: усиление ее начинается с момента появления проростков растений, достигает максимума к периоду цветения и резко снижается после уборки урожая [19].

Цель исследований — оценить влияние эффективности комплексного действия биопрепаратов на фоне применения минеральных удобрений на урожайность сои и экономическую эффективность.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в 2022–2024 гг. в рамках государственного задания № FGUN-2022-0013 «Разработать новые генотипы сельскохозяйственных культур и создать сорта на основе изучения селекционного материала для использования в агрономических машинных технологиях возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур» по теме «Выявить реакцию новых сортов на современные формы удобрений и пестицидов» на опытном участке ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ на территории Рязанской области.

В качестве опытной культуры выбран и утвержден перспективный сорт сои Георгия селекции ИСА: раннеспелый, оптимален для климатических условий региона и гарантированно вызревает на семена в Рязанской области.

Объект исследований — соя Георгия.

Биологические препараты: «Нитрагин КМ», сыпучий инокулянт; микробиологический препарат «Органик N» (Bionovatic, Россия), кремнийсодержащий регулятор роста «АпаСил, П» («Фосагро», Россия) — предназначены для предпосевной обработки семян, опрыскивания растений сои по вегетации; фунгицидный протравитель «Тирада, СК» (Avgust, Россия), инсектицидный протравитель «Табу, ВСК» (Avgust, Россия).

Изучение биопрепаратов проводили на темно-серой лесной почве.

Почва участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по механическому составу. Содержание гумуса по Тюрину¹ в пахотном горизонте составляло 3,2%, подвижного фосфора по Кирсанову² — 187 мг/кг почвы, обменного калия по Кирсанову³ — 148 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки⁴ — 5,3 ед., общего азота⁵ — 0,20%. Гидролитическая кислотность по Каппену⁶ — 2,61 мг-экв / 100 г почвы.

Предшественник — яровая пшеница.

Схема опыта включала четыре варианта. Контролем в опыте служил вариант без обработки (табл. 1).

Повторность — четырехкратная.

Норма высева семян — 800 тыс. всхожих семян на 1 га.

¹ ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

² ГОСТ 26951 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

³ ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

⁴ ГОСТ 26483-85 Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

⁵ ГОСТ Р 58596-2019 Почвы. Методы определения общего азота.

⁶ ГОСТ 26212-91 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Experience scheme

Исследуемая система	Применяемые препараты
Вариант № 1	Контроль (без обработок)
Вариант № 2	«Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации)
Вариант № 3	«Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации)
Вариант № 4	«Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «АпаСил» — 0,05 кг/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2 л/га + «АпаСил, П» — 0,1 кг/га (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га + «АпаСил, П» — 0,1 кг/га (опрыскивание в фазу бутонизации)

Площадь обрабатываемой делянки — 50 м².

Агротехника опыта: ранневесеннее боронование, предпосевная культивация, посев сои во II декаде мая сеялкой СЗ-5,4А («Белинсксельмаш», Россия) с транспортным устройством.

Сложные удобрения (NPK)₆₀ вносили под предпосевную культивацию. Семена сои обрабатывали изучаемыми препаратами непосредственно перед посевом из расчета 10 л рабочего раствора на 1 т семян. Регуляторы роста и микробиологическое удобрение вносили ручным опрыскивателем в фазу ветвления и фазу бутонизации из расчета 200 л/га рабочего раствора. Гербициды «Корсар, ВК» (1,6 л/га) + «Фабиан, ВДГ» (0,1 кг/га) + «Миура, КЭ» (0,8 л/га) вносили фоном по всем вариантам опыта опрыскивателем ОН-600 из расчета 200 л/га рабочего раствора.

Настения опрыскивали в период вегетации (в фазе ветвления и в фазе бутонизации) по схеме опыта при помощи ранцевого опрыскивателя.

В течение вегетации наблюдали за ростом и развитием растений. Подсчет густоты стояния растений проводили дважды — при полных всходах и перед уборкой на 1 м².

Урожай убирали в фазе созревания бобов. Урожайность определяли по фактически убранному валу семян с учетной площади. Перед уборкой проводили отбор растений для структурного анализа урожая. Учет урожая проводили поделочно-весовым методом. Определяли элементы структуры урожая и качества семян сои за 3 года⁷.

В лабораторных условиях в каждом единичном образце определяли число растений, высоту растений, число бобов на растении, число семян с одного растения (шт.), массу семян с одного растения, массу 1000 семян по ГОСТ 12042⁸.

Структуру и величину урожая учитывали по методике ГСИ⁹. Математическую обработку полученных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову¹⁰.

Биологическую активность почвы определяли методом льяных полотен (определение выделения диоксида углерода из почвы по методу В.И. Штатнова)¹¹.

Экономическую эффективность рассчитывали согласно утвержденным методикам^{12–14}.

Агроклиматические условия за годы исследований различались и оказывали влияние на формирование уровня урожайности сои (табл. 2).

Условия 2022 года отличались колебаниями температурного режима и превышением среднесезонных показателей в мае на 0,8 °С, в июне на 4,5 °С, в июле на 5,2 °С и неравномерным выпадением осадков (табл. 2). В мае осадки превысили среднесезонную норму на 9,6 мм. ГТК в мае — 1,24, в июне — 0,83. В июне — августе наблюдался дефицит осадков. В июле — августе ГТК составил 0,22–0,16 соответственно.

В 2023 году температура мая незначительно превысила среднесезонную на 3,3 °С, но наблюдался дефицит осадков (ниже среднесезонной нормы на 31,1 мм). В июне среднесуточная

Таблица 2. Метеорологические условия вегетационного периода (май — август) в период исследований (2022–2024 гг.)

Table 2. Meteorological conditions of the growing season (May — August) during the research period (2022–2024)

Месяц	Температура, °С			Осадки, мм		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Май	13,4	15,9	14,6	49,6	8,9	41,8
Июнь	21,5	19,8	21,9	40,7	35,5	35,5
Июль	24,0	21,2	24,6	16,0	82,4	14,5
Август	25,5	22,8	23,6	12,8	22,6	13,2

⁷ Методические указания: Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / М.А. Вишнякова, Т.В. Буравцева, С.В. Булынец и др. Санкт-Петербург. 2010; 140.

⁸ ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

⁹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М.: Колос. 2019; 329.

¹⁰ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 385.

¹¹ Васильев И.П. Земледелие: практикум : учебное пособие / И.П. Васильев. М.: ИНФРА-М. 2019; 1: 424.

¹² Методические рекомендации по определению общего экономического эффекта

от использования результатов НИОКР в АПК / Г.А. Полуни, А.В. Гарист, Р.И. Князева. М.: РАСХН. 2007; 32.

¹³ В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.М. Можарова и др. Методические указания по регистрационным испытаниям новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. М.: Росинформагротех. 2016; 216.

¹⁴ Приказ Минсельхоза РФ от 06.06.2003 № 792 «Об утверждении Методических рекомендаций по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59524/ (дата обращения: 12.03.2025).

температура незначительно превысила среднемноголетнюю. В I и II декадах месяца наблюдался дефицит количества осадков — на 13,8 мм и 17,2 мм ниже среднемноголетней нормы. В III декаде выпало 31,5 мм, что выше среднемноголетней на 11,5 мм, но за месяц в целом наблюдался дефицит в 19,5 мм.

Июль отличился обилием осадков: наблюдалось превышение среднемноголетней нормы на 18,4 мм. Температура июля превышала среднемноголетнюю на 2,4 °С. Август был жарким и сухим: дефицит осадков составил 32,4 мм; температурный режим превышал среднемноголетний показатель на 5,7 °С.

В 2024 году наблюдался недостаток влаги в мае, температура превысила среднемноголетнюю на 2,0 °С. I декада июня выдалась жаркой и сухой: при среднемесечной температуре июня 19,8 °С превышение составило 8,3 °С; осадков было меньше среднемноголетней нормы на 11,0 мм. Во II декаде выпало осадков 58,4 мм, что на 40,4 мм выше среднемноголетней нормы.

В июле сложились благоприятные условия для роста и развития сои. Температура была выше среднемноголетней на 5,8 °С, осадков выпало 101,3 мм, что выше среднемноголетней нормы на 37,3 мм.

В августе сложились благоприятные погодные условия для качественной и своевременной уборки зернобобовых культур. Среднемесечная температура воздуха составляла 22,1 °С, небольшие осадки выпали лишь в I декаде — 13,0 мм.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Всхожесть и густота стояния растений — существенные показатели развития посева. Лучший результат (по количеству всходов) при предпосевной обработке биопрепаратами находился в пределах 78–80 шт/м². В результате применения биопрепаратов полевая всхожесть увеличилась в варианте № 4 на 11% по сравнению с контролем без обработки (72 шт/м²).

Анализ сохранности растений сои сорта Георгия показал, что по всем вариантам опыта наблюдалась хорошая сохранность. В среднем за 3 года по вариантам с биопрепаратами сохранность растений превышала контрольный вариант на 1,9–4,8%. Самый высокий процент сохранности растений к уборке отмечен в варианте № 3 при использовании препарата «АпаСил, П» в дозе 0,05 кг/т семян (обработка семян) и по вегетации растений в фазу ветвления и в фазу бутонизации в дозе 0,1 кг/га и составил 98,4% (табл. 3).

Анализ высоты растений сои свидетельствует о том, что предпосевная обработка и опрыскивание по фазам развития усиливают ростовые процессы.

По результатам трехлетних испытаний выявлено, что каждый из изучаемых вариантов с биопрепаратами положительно повлиял на рост и развитие сои (табл. 4).

Таблица 3. Густота стояния растений сои Георгия и их сохранность к уборке (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 3. Density of soybean plants of the Georgy and their survival rate for harvesting (average for 2022–2024)

№	Вариант	Количество растений по всходам, шт/м ²	Количество растений перед уборкой, шт/м ²	Сохранность растений к уборке, %
1	№ 1 (контроль)	72	66	91,7
2	№ 2	78	73	93,6
3	№ 3	79	76	96,2
4	№ 4	80	79	98,4

Таблица 4. Высота растений сои Георгия по фазам развития в зависимости от обработок инокулянтами и стимуляторами роста, см (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 4. Height of Georgy soybean plants by development phases depending on treatments with inoculant and growth stimulants, cm (average for 2022–2024)

Вариант	Ветвление	Цветение	% к предыдущей фазе	Образование бобов	% к предыдущей фазе
№ 1 (контроль)	52,0	58,8	13,0	64,3	9,3
№ 2	53,8	72,1	26,9	83,0	15,1
№ 3	55,3	74,8	35,3	88,9	18,9
№ 4	53,7	70,3	30,9	82,3	17,1
HCP ₀₅	0,53	0,26	–	0,44	–

К фазе образования бобов интенсивность роста сои ослабевает по отношению к предыдущей фазе (цветения). Основной прирост пришелся на фазу цветения, где увеличение высоты на вариантах с биопрепаратами составило 26,9–35,3%. В фазу образования бобов прирост колебался от 9,3 до 18,9%. Наиболее отзывчивым на увеличение роста растений сои оказался вариант № 3 (инокулянт + микробиологический препарат), где превышение высоты растений составило 18,9% по сравнению с контролем.

Внесение биологических препаратов оказывает влияние и на развитие микробиологических процессов в почве. Биологическая активность почвы, определенная по интенсивности разложения льняного полотна в фазу образования бобов, варьировала по вариантам от 20,3 до 42,5% (табл. 5).

Достоверно подтверждается усиление деятельности микроорганизмов в образовании диоксида углерода (CO₂) на всех вариантах с биопрепаратами. Лучшие показатели отмечены на вариантах № 3 с внесением инокулянта + биологического препарата на фоне минеральных удобрений (187,2 мг CO₂/м²·ч) и № 4 (инокулянт + биологический препарат с добавлением регулятора роста растений) — 163,2 мг CO₂/м²·ч, что на 66,9% и 45,6%, соответственно, больше, чем на варианте без биопрепаратов (112,0 мг CO₂/м²·ч).

Таблица 5. Интенсивность выделения диоксида углерода из почвы в слое 0–30 см (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 5. Intensity of carbon dioxide emission from the soil in the 0–30 cm layer (average for 2022–2024)

Вариант	Разложение льняного полотна — образование бобов сои, %	Выделение диоксида углерода (CO ₂) — образование бобов	
		мг CO ₂ /м ² ч	± к контролю, %
№ 1 (контроль)	20,3	112,1	–
№ 2	34,3	148,9	32,9
№ 3	42,5	187,2	66,9
№ 4	39,7	163,2	45,6
НСП ₀₅	0,21	0,51	–

Известно, что повышение урожайности культуры обусловлено усилением репродуктивных процессов. По результатам трехлетних испытаний выявлено, что каждый из изучаемых вариантов с применением биопрепаратов положительно влиял на основные элементы структуры урожая. Основными элементами, из которых складывается продуктивность сои, являются количество бобов на растении, масса семян с растения, масса 1000 семян и др.

Таблица 6. Влияние биопрепаратов на формирование структуры урожая сои (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 6. The influence of biopreparations on the formation of the soybean crop structure (average for 2022–2024)

Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян с одного растения, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
№ 1 (контроль)	67,0	18,5	33,8	6,3	145,4
№ 2	75,5	22,0	45,5	7,6	147,6
№ 3	76,0	23,0	48,8	8,3	153,9
№ 4	76,5	23,9	46,5	8,3	153,5
НСП ₀₅	1,09	0,21	0,09	0,23	0,28

Таблица 7. Урожайность сои сорта Георгия при применении биопрепаратов (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 7. The yield of soybean variety Georgy when using biopreparations (average for 2022–2024)

Вариант	Урожайность сои, т/га			Средняя, т/га	Прибавка	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.		за три года, т/га	%
№ 1 (контроль)	2,31	3,16	2,46	2,62	–	100
№ 2	2,56	3,68	2,82	2,98	0,36	113,7
№ 3	2,52	4,10	2,94	3,12	0,50	119,1
№ 4	2,71	3,62	2,64	2,93	0,31	111,8
НСП ₀₅	1,9	0,12	0,09	–	–	–

Таблица 8. Экономическая эффективность применения элементов технологии на сое (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 8. Economic efficiency of using technology elements on soybeans (average for 2022–2024)

Вариант	Затраты на пестициды, руб/га	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га	Стоимость дополнительного урожа, руб.	Условно чистый доход, руб/га
№ 1 (контроль)	–	2,62	–	–	–
№ 2	2994	2,98	0,36	12 600	9606
№ 3	3994	3,12	0,50	17 500	14 106
№ 4	4039	2,93	0,31	10 850	6811

При использовании биопрепаратов масса семян с одного растения увеличилась на 1,3–2,0 г. Самый высокий показатель отмечен в вариантах № 3 и № 4 — по 8,3 г. В опытных вариантах № 3 и № 4 сформировались более крупные и выполненные семена сои — масса 1000 семян составила 153,9–153,5 г соответственно. Масса 1000 семян в варианте № 3 увеличилась на 8,5 г по сравнению с вариантом без обработки (табл. 6).

Независимо от года исследований применение биологических препаратов оказало выраженное положительное влияние на увеличение урожайности сои (на 0,31–0,50 т/га) по сравнению с контролем без обработки (табл. 7).

В среднем за годы проведения исследований (2022–2024 гг.) более высокая урожайность сои по сравнению с контрольным вариантом без обработки биологическими препаратами была получена в варианте № 3 («Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг/га (норма семян) + «Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазе ветвления) + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (бутонизация) и составила 3,12 т/га. Урожайность на контроле — 2,62 т/га, то есть превышение 19,1%.

Наибольший условно чистый доход отмечен в варианте № 3: «Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т (обработка семян), «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазе ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации) — 14 106 руб/га (табл. 8).

Стоимость 1 т семян сои — 35 тыс. руб. Стоимость 1 л, кг препаратов (данные на 2024 г.): «Нитрагин КМ, СП» — 5000 руб., «Органин N, Ж» — 700 руб., «АпаСил, П» — 4120 руб., «Тирада, СК» — 1890 руб., «Табу, ВСК» — 6750 руб.

Выводы/Conclusions

Для стабильного повышения продуктивности сои на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве целесообразно применять обработку семян биопрепаратами и их сочетаниями по вегетации в фазы ветвления и бутонизации.

В среднем за годы проведенных исследований (2022–2024 гг.)

с применением биопрепаратов наибольшая урожайность сои отмечена в варианте с использованием: «Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т (обработка семян), «Органин N, Ж» — 2,0 л/га + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (опрыскивание в фазы ветвления и бутонизации) (3,12 т/га, в других опытных вариантах — 2,93–2,98 т/га). Такое повышение урожайности обусловлено усилением репродуктивных процессов.

Обработка семян бактериальными препаратами в опытном варианте («Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т) и

опрыскивание («Органин N, Ж» — 2,0 л/га + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га) по вегетации привело к увеличению семян с одного растения до 8,3 г, на контроле — 6,3 г. Масса 1000 семян сои — 153,9 г, что выше контроля на 8,5 г.

Наибольший условно чистый доход на дополнительный урожай получен в варианте с применением биопрепаратов «Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т (обработка семян), «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазе ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации) — 14 106 руб/га.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках госзадания № FGUN-2022-0013 «Разработать новые генотипы сельскохозяйственных культур и создать сорта на основе изучения селекционного материала для использования в агрономических машинных технологиях возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур».

FUNDING

The materials were prepared as part of the grant of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task No. FGUN-2022-0013 "To develop new genotypes of agricultural crops and create varieties based on the study of breeding material for use in agronomic machine technologies for the cultivation, storage and processing of agricultural crops".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Захарова М.Н., Рожкова Л.В., Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние элементов технологии на урожайность сои сорта Георгия в Рязанской области. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2023; (5): 18–21. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/5/18-21>
- Новиков А.В., Васин В.Г., Вершинина О.В. Возделывание нута при применении удобрений и стимуляторов роста в условиях сухостепной зоны Среднего Поволжья. *Плодородие*. 2018; (3): 4–8. <https://www.elibrary.ru/xqheax>
- Урянян Г.Р. Применение биопрепаратов для успешного возделывания сои в России. *Вестник современных исследований*. 2019; (2–12): 82–84. <https://www.elibrary.ru/zywhb>
- Дериглазова Г.М., Семененко Е.А. Влияние биопрепаратов на рост и развитие гороха в почвах различных типов. *Мелиорация и гидротехника*. 2024; 14(4): 322–336. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-322-336>
- Анохин Н.П., Гуреева Е.В., Овсянникова М.В., Маркова В.Е. Опыт и перспективы возделывания сои в Рязанской области. Инновации в сельском хозяйстве и экологии. *Материалы III Международной научно-практической конференции*. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. 2025; 7–10. <https://www.elibrary.ru/ifukhp>
- Чуян Н.А., Дюкарева Г.М., Брескина А.А. Микробиологическая активность чернозема типичного при возделывании сельскохозяйственных культур по агробиотехнологии. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (5): 62–69. <https://doi.org/10.31857/S2500208224050138>
- Чуян Н.А., Брескина Г.М., Окунева А.А. Влияние биологизации земледелия на продуктивность зернопропашного севооборота. *Земледелие*. 2023; (3): 12–16. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-3-12-16>
- Гуреева Е.В. Влияние погодных факторов и плотности посева на формирование продуктивности сои в Центральном Нечерномье. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; (5): 9–12. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/5/9-12>
- Головина Е.В., Беляева Р.В. Симбиотическая деятельность и формирование урожая люпина узколистного и сои в контрастных погодных условиях. *Земледелие*. 2022; (6): 31–36. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-31-36>
- Шабалдас О.Г., Есаулко А.Н., Власова О.И., Вольтерс И.А. Фотосинтетическая активность посевов сои в зависимости от сорта в условиях Центрального Предкавказья. *Земледелие*. 2022; (8): 31–34. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-8-31-34>

REFERENCES

- Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of the technology elements on the soybean Georgia's variety yield in the Ryazan region. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2023; (5): 18–21 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/5/18-21>
- Novikov A.V., Vasin V.G., Vershinina O.V. Cultivation of chick-pea at use of fertilizers and growth factors in the conditions of a sukhostepny zone of Central Volga area. *Plodородие*. 2018; (3): 4–8 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xqheax>
- Uryan G.R. The use of biological products for the successful cultivation of soybeans in Russia. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2019; (2–12): 82–84 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zywhb>
- Deriglazova G.M., Semenenko E.A. The influence of biopreparations on the growth and development of peas in different types of soils. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024; 14(4): 322–336 (in Russian). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-322-336>
- Anokhin N.P., Gureeva E.V., Ovsyannikova M.V., Markova V.E. Experience and prospects of soybean cultivation in the Ryazan region. *Innovations in agriculture and ecology. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2025; 7–10 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ifukhp>
- Chuyan N.A., Dyukareva A.A., Breskina G.M. Microbiological activity of typical chernozem in cultivation of agricultural crops using agrobiotechnology. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (5): 62–69 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500208224050138>
- Chuyan N.A., Breskina G.M., Okuneva A.A. The influence of biologization of agriculture on the productivity of grain-rowed crop rotation. *Zemledelie*. 2023; (3): 12–16 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-3-12-16>
- Gureeva E.V. Weather conditions and seeding density influence on soybean productivity in the Central Nonblack Soil zone. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2022; (5): 9–12 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/5/9-12>
- Golovina E.V., Belyaeva R.V. Symbiotic activity and crop formation in blue lupine and soybeans under contrasting weather conditions. *Zemledelie*. 2022; (6): 31–36 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-31-36>
- Shabalidas O.G., Esaulko A.N., Vlasova O.I., Volters I.A. Photosynthetic activity of soybean crops depending on the variety under the conditions of the Central Fore-Caucasus. *Zemledelie*. 2022; (8): 31–34 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-8-31-34>

11. Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние минерального питания и предшественников на урожайность и качество семян сои в звене севооборота. *Аграрная наука*. 2024; (3): 124–128. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128>
12. Синеговский М.О. Возделывание сои в России в современных условиях. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (5): 11–16. <https://doi.org/10.31857/S2500208224050037>
13. Левина А.Н. Продуктивность растений сои сорта Китросса в зависимости от формирования репродуктивных органов. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (3): 34–37. <https://doi.org/10.31857/S2500208224030076>
14. Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние систем защиты на фитосанитарное состояние посевов и урожайность ярового ячменя сорта Яромир в условиях Рязанской области. *Зерновое хозяйство России*. 2019; (5): 62–67. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67>
15. Нафиков М.М., Смирнов С.Г., Краснов А.В., Шашкаров Л.Г. Особенности применения способов обработки почвы при возделывании сои в лесостепной зоне. *Аграрная наука*. 2024; (4): 70–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-70-74>
16. Лукьянчук Л.М., Дегя Л.А., Хасбиуллина О.И. Регуляторы роста и биопрепараты в защите сои от церкоспороза. *Защита и карантин растений*. 2018; (9): 23–24. <https://www.elibrary.ru/xzigmh>
17. Синяшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве. *Плодородие*. 2016; (5): 38–42. <https://www.elibrary.ru/wwwrvzr>
18. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В., Семеренко С.А., Махонин В.Л. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей). *Масличные культуры*. 2023; (1): 33–52. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52>
19. Калининская Т.А. Методы выделения и культивирования азотфиксирующих ассоциаций. *Микробиология*. 1967; 36(2): 345–349.

ОБ АВТОРАХ

Вера Алексеевна Свирина

старший научный сотрудник
svirina-vera@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-7250-4143>

Виталий Геннадьевич Черногаев

младший научный сотрудник
tchernogaeff@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-0195-3462>

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал
Федерального научного агроинженерного центра ВИМ,
ул. Парковая, 1, с. Подвье, Рязанская обл., 390502,
Россия

11. Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of mineral nutrition and predecessors on the yield and quality of soybean seed in the crop rotation link. *Agrarian science*. 2024; (3): 124–128 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128>

12. Sinegovsky M.O. Soybean cultivation in Russia under modern conditions. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (5): 11–16 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500208224050037>

13. Levina A.N. Productivity of the Kitrossa soybean variety depends on reproductive organs formation. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (3): 34–37 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500208224030076>

14. Venetsev V.Z., Zakharova M.N., Rozhkova L.V. The impact of protection systems on phytosanitary condition of sowings and productivity of the spring barley variety “Yaromir” in the Ryazan region. *Grain Economy of Russia*. 2019; (5): 62–67 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67>

15. Nafikov M.M., Smirnov S.G., Krasnov A.V., Shashkarov L.G. Features of the application of soil cultivation methods in the cultivation of soybeans in the forest-steppe zone. *Agrarian science*. 2024; (4): 70–74 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-70-74>

16. Lukiyanchuk L.M., Dega L.A., Khasbiullina O.I. Growth regulators and biopreparations in protection of soybean from cercosporosis. *Plant protection and quarantine*. 2018; (9): 23–24 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xzigmh>

17. Sinyashin O.G., Shapoval O.A., Shulaeva M.M. Innovative plant growth regulators in agricultural production. *Plodородие*. 2016; (5): 38–42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wwwrvzr>

18. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Trunova M.V., Semerenko S.A., Makhonin V.L. Methodology of agricultural and chemical investigations in experiments with oil crops (Report I. Experiments with soybean). *Oil Crops*. 2023; (1): 33–52 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52>

19. Kalininskaya T.A. Methods for isolation and study of nitrogen fixing microbial associations. *Mikrobiologiya*. 1967; 36(2): 345–349 (in Russian).

ABOUT THE AUTHORS

Vera Alekseevna Svirina

Senior Researcher
svirina-vera@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-7250-4143>

Vitaly Gennadievich Chernogaev

Junior Researcher
tchernogaeff@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-0195-3462>

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies —
branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
1 Parkovaya Str., Podvyaze, Ryazan region, 390502,
Russia

УДК 581.526.53.502.75(470.63)

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-119-126

Н.Г. Лапенко ✉

О.В. Хонина

М.А. Старостина

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр, Михайловск,
Ставропольский край, Россия✉ sniish_stepi@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.02.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 24.04.2025

© Лапенко Н.Г., Хонина О.В.,
Старостина М.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-119-126

Nina G. Lapenko ✉

Olesya V. Khonina,

Maria A. Starostina

North Caucasian Federal Scientific
Agrarian Center, Mikhailovsk, Stavropol
Territory, Russia✉ sniish_stepi@mail.ru

Received by the editorial office: 10.02.2025

Accepted in revised: 09.04.2025

Accepted for publication: 24.04.2025

© Lapenko N.G., Khonina O.V., Starostina M.A.

Вопросы сохранения степных фитоценозов аридной территории Ставрополя

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сохранение степной растительности, ее биологического разнообразия является одной из нерешенных проблем юга России.

Цели данной работы — изучение и оценка современного состояния растительности степных фитоценозов восточного Ставрополя, в их числе сохранившихся зональных травостоев для дальнейшего активного воспроизводства их биоресурсного потенциала.

Методы. Объект исследования — степные растительные сообщества восточного Ставрополя. Год исследования — 2024-й. Изучение степных травостоев проведено на 55 учетных площадках (каждая размером 10 x 10 м) по системе О. Друде с отметкой обилия видов, проективного покрытия. Учет надземной фитомассы сделан на 0,5 м² укосным методом в четырехкратной повторности.

Результаты. Изучены степные сообщества аридной территории Ставропольского края. Установлено, что растительность деградированных степных фитоценозов однообразная по флористическому составу (в среднем 12 видов / 100 м²), низкорослая (25–30 см в среднем), местами чередуется с очагами опустынивания и открытыми песками. Вид хозяйственного использования травостоя — пастбищный. Проективное покрытие поверхности почвы растениями варьирует от 10 до 80%. Показана степень деградации растительного покрова — от слабо- и среднедеградированных до сильно- и очень сильнодеградированных. Выявлены фрагменты зональных степей. Они флористически богаты, содержат ценные виды растений — до 26 шт. / 100 м². На данных участках по мере созревания заготовлены семена дикорастущих трав для закладки семенника. На основе метода агростепей семенной материал будет высеван весной в подготовленную почву. Созданный травостой в дальнейшем может послужить источником семенного материала для восстановления последующих площадей деградированных степных травостоев.

Ключевые слова: аридная территория, биоразнообразие, дикорастущая флора, фитомасса, пастбищная нагрузка, растительный покров, ресурсосберегающая технология, степные фитоценозы

Для цитирования: Лапенко Н.Г., Хонина О.В., Старостина М.А. Вопросы сохранения степных фитоценозов аридной территории Ставрополя. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 119–126.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-119-126>

Issues of conservation of steppe phytocoenosis of the arid territory of Stavropol

ABSTRACT

Relevance. Conservation of steppe vegetation and its biological diversity is one of the unresolved problems in southern Russia.

The purpose of this work is to study and evaluate the current state of vegetation of steppe phytocoenosis of eastern Stavropol, including preserved zonal grass stands for further active reproduction of their bioresource potential.

Methods. The object of the study is the steppe plant communities of the eastern Stavropol region. The year of the study is 2024. The study of steppe herbage was carried out at 55 accounting sites (each measuring 10 x 10 m) according to the O. Trude system with a mark of abundance of species and projective coverage. The aboveground phytomass was taken into account by 0.5 m² by the sloping method in a fourfold repetition.

Results. The steppe communities of the arid territory of the Stavropol Territory have been studied. It was found that the vegetation of degraded steppe phytocoenosis is monotonous in floral composition (on average — 12 species / 100 m²), low-growing (25–30 cm on average), alternating in places with foci of desertification and open sands. The type of economic use of the herbage is pasture. The projective coverage of the soil surface by plants varies from 10 to 80%. The degree of degradation of vegetation cover is shown — from weakly and moderately degraded to strongly and very strongly degraded. Fragments of zonal steppes have been identified. They are floristically rich, contain valuable plant species — up to 26 pieces / 100 m². In these areas, as they mature, seeds of wild herbs are harvested for laying the testis. Based on the agrosteppe method, the seed material will be sown in the spring in the prepared soil. The created grass stand can later serve as a source of seed material for the restoration of subsequent areas of degraded steppe grass stand.

Key words: arid territory, biodiversity, wild flora, phytomass, stocking rate of a grazing ground, vegetation cover, resource-saving technology, steppe phytocoenosis

For citation: Lapenko N.G., Khonina O.V., Starostina M.A. Issues of conservation of steppe phytocoenosis of the arid territory of Stavropol. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 119–126 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-119-126>

Введение/Introduction

Процессы деградация степной растительности природных экосистем юга России, подверженной влиянию разного рода экологических факторов (порой деструктивных), и потери их биоразнообразия носят глобальный характер. Эти факторы подразделяются на абиотические (природные) или антропогенные, вызванные деятельностью человека. Действуя совместно или по отдельности, они приводят степные экосистемы к частичным или существенным изменениям (вплоть до полной потери растительного покрова) [1, 2].

Сохранение степной растительности, ее биологического разнообразия является одной из нерешенных проблем не только в нашей стране, но и во всем мире. Площадь степных территорий, подверженных деградации и потере биоразнообразия их растительного мира в стране, составляет свыше 100 млн га [3, 4]. Особенно интенсивно продолжаются процессы деградации, разрушения и опустынивания в засушливых районах юга России, в том числе и в Ставропольском крае, его восточной части, территории многолетнего традиционного животноводства [4, 5].

Со времен освоения территории Ставропольского края произошло резкое усиление антропогенной — пастбищной и земледельческой нагрузки на природные экосистемы. Сильнейшему деструктивному воздействию степные экосистемы Ставрополя были подвергнуты во второй половине XX века. Это распашка целин, строительство Ставропольской обводнительной системы, газо- и нефтепроводов и др. [6, 7].

Изъятие из целинных степей до 50% и более площади под пашню в последнее столетие автоматически увеличило нагрузку животных на оставшиеся степные травостои. Нагрузка крупного рогатого скота и овец при пастбищном их содержании возросла к началу XX века до 2–3 условных голов на 1 га. Она же сохраняется и в настоящее время. Осложняет ситуацию рост поголовья в индивидуальном секторе на фоне нерегулируемого выпаса животных на ограниченных площадях пастбищных земель муниципальных округов [8, 9].

Исследуемые растительные сообщества занимают природные растительные зоны полупустынных и сухих степей и по почвенно-климатическим и агроэкологическим условиям относятся к засушливой и крайне засушливой территориям с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,63 [10, 11].

Цели данной работы — изучение и оценка современного состояния растительности степных фитоценозов восточного Ставрополя, в их числе сохранившихся зональных травостоев для

дальнейшего активного воспроизводства их биоресурсного потенциала.

Научная значимость и актуальность исследования основаны на изучении современного состояния степных фитоценозов аридной территории Ставропольского края и выявлении не только непродуктивных травостоев различной степени деградации, но и сохранившихся зональных целин для дальнейшего использования их природного потенциала для восстановления деградированных травостоев и возврата зональной степной растительности в агроландшафты.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Маршрутные геоботанические исследования растительности степных экосистем проводили на равнинной территории Ставропольского края, наиболее подверженной антропогенному воздействию, со слаборасчлененным рельефом при годовом количестве осадков 384 мм.

Объект исследования — природные степные фитоценозы аридной территории восточного Ставрополя. Исследования проведены в 2024 году. При исследовании применяли методы и подходы на основе геоботанических методик и рекомендаций, принятых в фитоценологии^{1,2}.

В каждом из 55 пунктов описания типов растительности и их растительных модификаций, характерных и показательных для оценки экологических факторов, и состояния растительного покрова были заложены учетные площадки размером 10 x 10 м.

На каждой учетной площадке были проведены:

1) описания растительности степных сообществ методом учета обилия видов по шкале О. Друде визуально с отметкой обилия видов (участие каждого вида в составе травостоя), проективного покрытия (площадь поверхности почвы, занятой основаниями растений^{1,2});

2) весовой учет надземной фитомассы степных сообществ укосным методом путем взятия снопов на учетных площадках заданного размера (0,5 м²) в четырехкратной повторности при высоте среза травостоя 2–3 см (биологическая продуктивность) с последующим взвешиванием пробы зеленой массы каждой повторности весами неавтоматического действия модели DL-2002 (Китай, свидетельство о поверке от 12.02.2025 № С-Ab/12-02-2025/409476288) и дальнейшим высушиванием до воздушно-сухой массы и взвешиванием;

3) пересчет надземной фитомассы в сухую поедаемую массу проведен с учетом коэффициента поедаемости (КП). Поедаемость пастбищных растений показана по литературным данным³;

¹ Рябинина З.Н. Способ выделения стадий деградации степной растительности в условиях антропогенного воздействия. Патент РФ № 2389175. <http://www.findpatent.ru/patent/238/2389175.html>

² Румянцев Д.Е., Липаткин В.А., Загребеева А.Б. Основы геоботаники [электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Электронное издание. Электронные текстовые данные (1 файл pdf: 68). 2023. Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/geobotany1023.pdf>. Системные требования: Adobe Reader; экран 10". 2023; 25–31.

³ Оценка продуктивности пастбищ (методические указания) / ВАСХНИЛ, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса; [сост. А.А. Кутузова и др.]. М.: Агропромиздат 1990; 15.

4) в камеральных условиях изучены материалы полевых исследований, дана оценка современного состояния степных сообществ, видового разнообразия, качественных показателей травостоя, степени деградированности. Основные критерии оценки состояния растительного покрова, степени его деградированности: 1) учет обилия и соотношения в растительном покрове аборигенных и синантропных видов; 2) нарушенность растительного покрова⁴.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На основе анализа результатов геоботанического обследования растительности всех учетных площадок (рис. 1) степных сообществ аридной территории получены данные (табл. 1):

1) растительность степных фитоценозов в основном однообразная по флористическому составу (в среднем 12 видов / 100 м²), низкорослая (высота в среднем 27 см), местами чередуется с очагами опустынивания и открытыми песками;

2) вид хозяйственного использования растительного покрова степей исследуемой территории преимущественно пастбищный;

Рис. 1. Пункты исследования, их местоположение

Fig. 1. Research points, their location

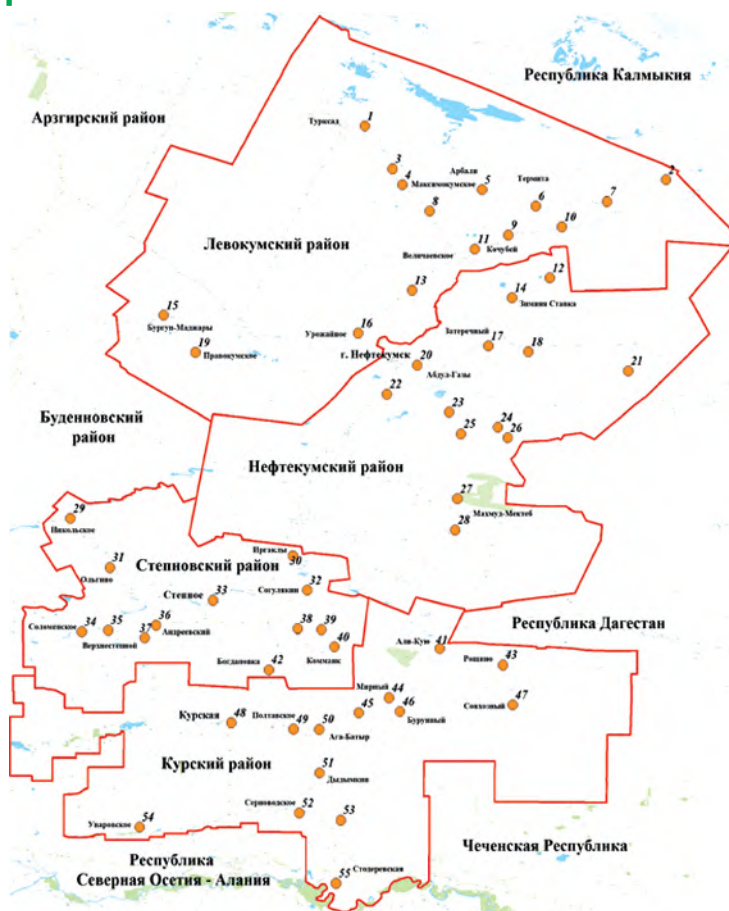


Таблица 1. Флороценоотические особенности растительности степных сообществ аридной территории Ставропольского края

Table 1. Florocoenotic features of vegetation of steppe communities of arid territory of Stavropol region

№ п/п	Пункт исследования	Кол-во видов на 100 м ²	Проективное покрытие, %	Высота травостоя, см	Жизненный цикл растений	
					малолетники	многолетники
1	Турксад	5	30	15	60	40
2	Майхара	0	0	0	0	0
3	Максимокумское 1	10	60	45	60	40
4	Максимокумское 2	7	45	15	43	57
5	Арбали	5	40	10	100	0
6	Кочубей 1	3	10	10	100	0
7	Термита	0	0	0	0	0
8	Величаевское	8	30	15	25	75
9	Кочубей 2	3	20	10	67	33
10	Камышитовый	3	10	10	33	67
11	Кочубей 3	0	0	0	0	0
12	Зимняя Ставка	13	35	35	69	31
13	Урожайное 1	9	35	25	44	56
14	Затеречный 1	8	40	35	75	25
15	Бургун-Маджары	17	70	60	29	71
16	Урожайное 2	9	60	35	44	56
17	Затеречный 2	4	45	25	55	45
18	Затеречный 3	5	20	20	60	40
19	Правокумское	19	80	50	10	90
20	Нефтекумск 1	7	55	30	57	43

⁴ Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания: Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения / Географический вестник. 2011; 2: 49–59.

(Продолжение табл. 1)

№ п/п	Пункт исследования	Кол-во видов на 100 м ²	Проективное покрытие, %	Высота травостоя, см	Жизненный цикл растений	
					малолетники	многолетники
21	Затеречный 4	3	10	10	67	33
22	Нефтекумск 2	16	70	65	62	38
23	Абдул-Газы 1	11	10	40	54	46
25	Левобалковский	11	40	40	45	55
26	Махмуд-Мектеб	13	10	30	46	54
27	Гослесфонд	26	80	40	46	54
28	Курган	10	70	35	30	60
29	Никольское	17	70	35	29	71
30	Иргаклы	20	60	35	55	45
31	Ольгино	15	60	40	27	73
32	Согулякин	0	0	0	0	0
33	Степное	16	55	35	44	56
34	Соломенское 1	12	20	8	58	42
35	Соломенское 2	14	60	35	36	64
36	Андреевский	11	80	40	73	27
37	Новокиевское	12	65	35	50	50
38	Юго-восточный 1	4	10	15	50	50
39	Юго-Восточный 2	0	0	0	0	0
40	Коммаяк	19	30	30	47	53
41	Али-Кую	16	40	10	50	50
42	Богдановка	13	60	30	46	54
43	Рощино	10	40	20	50	50
44	Мирный 1	31	80	50	35	65
45	Мирный 2	18	70	50	50	50
46	Мирный 3	29	80	50	51	49
47	Совхозный	0	0	0	0	0
48	Привольный	12	45	25	33	67
49	Полтавское	12	70	25	33	67
50	Ага-Батыр	11	10	20	45	55
51	Дыдымкин	8	10	30	62	38
52	Серноводское 1	16	55	25	44	56
53	Серноводское 2	11	30	20	73	27
54	Уваровское	18	35	30	45	55
55	Стародеревская	20	60	30	45	55
	Среднее	12,00 ± 0,97	40,00 ± 3,48	27,00 ± 2,15	45,00 ± 3,04	44,00 ± 3,01

3) на территории исследования преобладают деградированные растительные модификации, в составе которых в большей степени присутствуют нецелинные виды — малолетники (нестабильная часть растительного сообщества), доминирующие по видовому составу (до 50% и более);

4) проективное покрытие поверхности почвы растениями в среднем 40%, варьирует от 10 до 80%. Это объясняется различной пастбищной нагрузкой сельскохозяйственных животных при отчуждении травостоя.

В процессе исследования степных фитоценозов выявлены различные типы растительности и их модификации (табл. 2), в том числе дигрессивные, такие как злаково-полынные, однолетники полынные, однолетники злаковые, однолетники разнотравно-злаковые и др. [13, 14].

Продуктивность надземной фитомассы исследуемых растительных сообществ в воздушно-сухой

Таблица 2. Типы растительности степных экосистем, их модификации, степень деградации
Table 2. Types of vegetation of steppe ecosystems, their modifications, degree of degradation

№ п/п	Пункт	Тип, модификация	Степень деградации
1	Турксад	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные
2	Майхара	–	очень сильнодеградированные, открытые пески
3	Максимокумское 1	однолетники злаковые	сильнодеградированные
4	Максимокумское 2	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные
5	Арбали	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные
6	Кочубей 1	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные с очагами песков
7	Термита	–	очень сильнодеградированные, открытые пески

(Продолжение табл. 2. на стр. 123)

(Продолжение табл. 2)

№ п/п	Пункт	Тип, модификация	Степень деградации
8	Величаевское	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные
9	Кочубей 2	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные
10	Камышитовый	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные, открытые пески
11	Кочубей 3	–	очень сильнодеградированные, открытые пески
12	Зимняя Ставка	однолетники	очень сильнодеградированные
13	Урожайное 1	однолетники злаковые	сильнодеградированные
14	Затеречный 1	однолетники злаковые	сильнодеградированные
15	Бургун-Маджары	житняковые	слабодеградированные
16	Урожайное 2	однолетники злаковые	сильнодеградированные
17	Затеречный 2	однолетники злаковые	сильнодеградированные
18	Затеречный 3	однолетники злаковые	очень сильнодеградированные
19	Правокумское	разнотравно-ковыльные	слабодеградированные
20	Нефтекумск 1	однолетники злаковые	сильнодеградированные
21	Затеречный 4	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
22	Нефтекумск 2	однолетники злаковые	сильнодеградированные
23	Абдул-Газы 1	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
24	Абдул-Газы 2	однолетники	сильнодеградированные
25	Левобалковский	однолетники	сильнодеградированные
26	Махмуд-Мектеб	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
27	Гослесфонд	разнотравно-злаковые	слабодеградированные
28	Курган	злаково-полынные	сильнодеградированные
29	Никольское	разнотравно-типчаковые	слабодеградированные
30	Иргаклы	однолетники злаковые	сильнодеградированные
31	Ольгино	мятликово-разнотравные	сильнодеградированные

№ п/п	Пункт	Тип, модификация	Степень деградации
32	Согулякин	–	очень сильнодеградированные, открытые пески
33	Степное	мятликово-разнотравные	сильнодеградированные
34	Соломенское 1	мятликово-разнотравные	очень сильнодеградированные
35	Соломенское 2	мятликово-разнотравные	сильнодеградированные
36	Андреевский	однолетники полынные	сильнодеградированные
37	Новокиевское	однолетники полынные	сильнодеградированные
38	Юго-Восточный 1	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
39	Юго-Восточный 2	–	очень сильнодеградированные, открытые пески
40	Коммаяк	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
41	Али-Кую	злаково-полынные	очень сильнодеградированные с очагами песков
42	Богдановка	мятликово-разнотравные	сильнодеградированные
43	Рощино	злаково-полынные	очень сильнодеградированные
44	Мирный 1	разнотравно-злаковые	слабодеградированные
45	Мирный 2	злаково-полынные	среднедеградированные
46	Мирный 3	злаково-полынные	среднедеградированные
47	Совхозный	–	очень сильнодеградированные с очагами песков
48	Привольный	разнотравно-злаковые	очень сильнодеградированные
49	Полтавское	полынные	сильнодеградированные
50	Ага-Батыр	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
51	Дыдымкин	однолетники	очень сильнодеградированные с очагами песков
52	Серноводское 1	однолетники свиноройные	сильнодеградированные
53	Серноводское 2	однолетники полынные	очень сильнодеградированные
54	Уваровское	однолетник разнотравные	сильнодеградированные
55	Стародеревская	разнотравно-злаковые	среднедеградированные

массе в среднем составила 6,7 ц/га в пересчете на сухую поедаемую массу с учетом коэффициента поедаемости травостоя⁵ — от самого низкого (0,2), в котором присутствуют вредные и ядовитые растения (гелиотроп душистый, молочай Сегиеров, паслен рогатый и др.), до высокого (0,8) — составляет 3,3 ц/га в сухой поедаемой массе (табл. 3) с колебаниями — от полного отсутствия надземной фитомассы (открытые пески) до 12,3 ц/га сухой поедаемой массы. Это пункты, сохранившие степную растительность, в них травостой флористически богат, в нем преобладают злаки-доминанты целинных степей, соответственно, хорошо поедаются животными.

Основной фактор воздействия на продукционный процесс в степных фитоценозах —

интенсивный выпас сельскохозяйственных животных, поскольку степные сообщества, находясь в статусе земель сельхозназначения, используются животноводами преимущественно под выпас мелкого и крупного рогатого скота, причем практически круглогодичный, без норм и сроков выпаса [13, 16]. Данный фактор напрямую влияет на количественные и качественные показатели состояния степных травостоев.

Исходя из полученных данных, степень деградации растительного покрова степных фитоценозов представлена в диапазоне — от слабодеградированных до сильнодеградированных и очень сильнодеградированных с очагами опустынивания (частичная потеря растительности) и открытыми песками (территории, полностью утратившие растительность) (рис. 1). Причем

⁵ Юнатов А.А. Кормовые растения пастбищ и сенокосов. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 2012; 352.

Таблица 3. Продуктивность травостоя степных сообществ аридной территории Ставропольского края
Table 3. Productivity of herbage of steppe communities of the arid territory of the Stavropol territory

№ п/п	Пункт	Тип, модификация	Биологическая урожайность, возд.-сух. масса, ц/га	Коэффициент поедаемости	Урожайность, сух. поед. масса, ц/га
1	2	3	4	5	6
1	Турксад	однолетники злаковые	3,0	0,3	0,9
2	Майхара	–	0,0	0,0	0,0
3	Максимокумское 1	однолетники злаковые	5,9	0,5	3,0
4	Максимокумское 2	однолетники злаковые	3,5	0,4	1,4
5	Арбали	однолетники злаковые	0,0	0,0	0,0
6	Кочубей 1	однолетники злаковые	0,0	0,0	0,0
7	Термита	–	0,0	0,0	0,0
8	Величаевское	однолетники злаковые	4,0	0,5	2,0
9	Кочубей 2	однолетники злаковые	0,0	0,0	0,0
10	Камышитовый	однолетники злаковые	0,0	0,0	0,0
11	Кочубей 3	–	0,0	0,0	0,0
12	Зимняя Ставка	однолетники	3,5	0,3	1,8
13	Урожайное 1	однолетники злаковые	12,0	0,5	6,0
14	Затеречный 1	однолетники злаковые	20,4	0,4	8,2
15	Бургун-Маджары	житняковые	15,0	0,8	12,0
16	Урожайное 2	однолетники злаковые	6,7	0,5	3,4
17	Затеречный 2	однолетники злаковые	5,5	0,4	2,2
18	Затеречный 3	однолетники злаковые	4,0	0,4	1,6
19	Правокумское	разнотравно-ковыльные	12,7	0,6	7,6
20	Нефтекумск 1	однолетники злаковые	6,0	0,4	2,4
21	Затеречный 4	однолетники	0,0	0,0	0,0
22	Нефтекумск 2	однолетники злаковые	16,0	0,4	6,4
23	Абдул-Газы 1	однолетники	25,0	0,3	7,5
24	Абдул-Газы 2	однолетники	6,0	0,2	1,2
25	Левобалковский	однолетники	5,0	0,2	1,0
26	Махмуд-Мектеб	однолетники			
27	Гослесфонд	разнотравно-злаковые			
28	Курган	злаково-полынные			
29	Никольское	разнотравно-типчаковые			
30	Иргаклы	однолетники злаковые			
31	Ольгино	мятликово-разнотравные			
32	Согулякин	–			
33	Степное	мятликово-разнотравные			
34	Соломенское 1	мятликово-разнотравные			
35	Соломенское 2	мятликово-разнотравные			
36	Андреевский	однолетники полные			
37	Новокиевское	однолетники полные			
38	Юго-Восточный 1	однолетники			
39	Юго-Восточный 2	–			
40	Коммаяк	однолетники			
41	Али-Кую	злаково-полынные			
42	Богдановка	мятликово-разнотравные			
43	Рожино	злаково-полынные			
44	Мирный 1	разнотравно-злаковые			
45	Мирный 2	злаково-полынные			
46	Мирный 3	злаково-полынные			
47	Совхозный	–			
48	Привольный	разнотравно-злаковые			
49	Полтавское	полынные			
50	Ага-Батыр	однолетники			
51	Дыдымки	однолетники			
52	Серноводское 1	однолетники свиноройные			
53	Серноводское 2	однолетники полные			
54	Уваровское	однолетники разнотравные			
55	Стародеревская	разнотравно-злаковые			
Среднее					

Рис. 2. Степные территории, утратившие растительный покров. Левокумский район, пункт 11. Автор Н.Г. Лапенко

Fig. 2. Steppe areas that have lost their vegetation cover. Levokumsky district, point 11. Author N.G. Lapenko



масштабы деградированности растительного покрова степей достигли своего максимума.

Поголовье выпасаемых сельскохозяйственных животных на этой территории (в зависимости от урожайности надземной фитомассы) должно регулироваться нормой пастбищной нагрузки⁶ [15], в противном случае это приведет к дальнейшей потере флористического состава и продуктивности степных сообществ, что уже наблюдается на территории исследования, а в последующем и полной утрате растительности.

⁶ Рекомендации по нормам нагрузки скота на пастбищах по муниципальным образованиям Ставропольского края. ФГБНУ ВНИИОК. 2015; 36.

В сложившейся экологической ситуации степная растительность природной экосистемы аридной территории Ставропольского края нуждается в восстановительных мероприятиях, направленных на предотвращение или сокращение масштабов деградации земель, улучшения растительного покрова, повышения биопродуктивности природных экосистем в целом, ослабления и прекращения процессов опустынивания территорий.

Наряду с вышеперечисленными непродуктивными (дигрессивными) травостоями выявлены и изучены степные сообщества — флористически весьма богатые, являющиеся природными ресурсами зональных степей (п. 15, 19, 27, 29). Фрагменты данных степных травостоев расположены локально, занимая небольшие площади. Они содержат хозяйственно ценные виды растений (рис. 2), максимальное количество которых на учетной площади — 26 видов / 100 м², растительный покров преимущественно двухъярусный. Высота первого яруса травостоя 60–70 см, второго яруса — 20–30 см. Проективное покрытие поверхности почвы растениями в среднем составляет 75% (табл. 1, 2).

Степные доминанты зонального типа, на которые ориентировались в работе при выборе и оценке их качественных показателей, — это прежде всего виды дикорастущей флоры семейства злаковых — житняк пустынный, келерия стройная, кострец безостый, мятлик луковичный, овсяница валлисская (типчак), а также степные виды других семейств дикорастущей флоры (лен австрийский, лук Пачосского, подмаренник русский, солодка голая, сухоцвет однолетний, эспарцет песчаный и др.) [12, 16].

Эти остатки степной растительности, адаптированной к местным почвенно-климатическим условиям, имеют важную научно-практическую значимость. Данные фрагменты степей являются потенциальными семенниками местной дикорастущей флоры для восстановления степной растительности, поскольку в сложившейся ситуации степные сообщества исследуемой территории нуждаются не только в нормативном выпасе животных, но и в проведении комплекса

Рис. 3. Фрагмент степной растительности — потенциальный семенник дикорастущей флоры. Нефтекумский район, пункт 27. Автор Н.Г. Лапенко

Fig. 3. A fragment of steppe vegetation — a potential seedbed of wild flora. Neftekumsky district, point 27. Author N.G. Lapenko



мероприятий по улучшению растительного покрова или восстановлению вовсе утраченного в процессе нерациональной хозяйственной деятельности.

По мере созревания заготовлены семена этих видов для дальнейшего использования их в качестве создания семенников (для решения заявленной проблемы).

Выводы/Conclusions

В результате изучения степных фитоценозов восточного Ставрополья дана оценка современного состояния их растительного покрова как деградированного, так и сохранившегося зонального. Установлено, что степень деградации растительности степных экосистем варьирует в диапазоне — от сильно- и очень сильнодеградированных до слабодеградированных.

На территории исследования выявлены расположенные локально фрагменты сохранившихся зональных травостоев. Они флористически богаты — до 26 видов / 100 м², содержат такие целинные виды растений, как житняк пустынный, келерия стройная, кострец безостый, мятлик луковичный, овсяница валлисская (типчак). Их семена могут использоваться в фитомелиорации для улучшения или восстановления растительности степных экосистем.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20027.
<https://rscf.ru/project/24-26-20027/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петрова М.В. Степи и их значение (глобальное и региональное). *Вопросы степеведения*. 2021; (1): 48–56. <https://doi.org/10.24412/2712-8628-2021-1-48-56>
2. Лапенко Н.Г., Хонина О.В., Костицын Р.Д. Влияние деструктивных факторов на растительность степных экосистем. *Аграрный вестник Урала*. 2023; (8): 68–77. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-237-08-68-77>

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation No. 24-26-20027.
<https://rscf.ru/en/project/24-26-20027/>

REFERENCES

1. Petrova M.V. The role of steppes (global and regional scale). *Steppe Science*. 2021; (1): 48–56 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2712-8628-2021-1-48-56>
2. Lapenko N.G., Khonina O.V., Kostitsyn R.D. The influence of destructive factors on the vegetation of steppe ecosystems. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; (8): 68–77 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-237-08-68-77>

3. Чибилев А.А., Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В. Современное состояние земель и сельскохозяйственных угодий регионов степного пояса России. *Вопросы степеведения*. 2021; (2): 72–81. <https://doi.org/10.24412/2712-8628-2021-2-83-92>
4. Лазарева В.Г., Бананова В.А., Ван Зунг Н. Динамика современной растительности при пастбищном использовании в северо-западном Прикаспии. *Аридные экосистемы*. 2020; 26(4): 26–34. <https://www.elibrary.ru/wclrcrk>
5. Левыкин С.В., Чибилев А.А., Кочуров Б.И., Казачков Г.В. К стратегии сохранения и восстановления степей и управления природопользованием на постцелинном пространстве. *Известия Российской академии наук. Серия: Географическая*. 2020; (4): 626–636. <https://doi.org/10.31857/S2587556620040093>
6. Лапенко Н.Г., Хонина О.В., Старостина М.А. Обзор вопросов сохранения степных экосистем. *Аграрная наука*. 2024; (12): 117–124. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-117-124>
7. Лошаков А.В., Ключин П.В., Широкова В.А., Хуторова А.О., Савинова С.В. Экологические проблемы сельскохозяйственного земледелия засоленных земель в первой агроклиматической зоне Ставропольского края. *Юг России: экология, развитие*. 2019; 14(1): 105–116. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-1-105-116>
8. Лапенко Н.Г., Хонина О.В. Оценка пастбищной дигрессии степных экосистем аридной зоны Ставрополя. *Достижения науки и техники АПК*. 2022; 36(5): 16–20. https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_5_16
9. Prishchepov A.V. et al. Multiple trajectories of grassland fragmentation, degradation, and recovery in Russia's steppes. *Land Degradation and Development*. 2021; 32(11): 3220–3235. <https://doi.org/10.1002/ldr.3976>
10. Кулинцев В.В. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Монография. Ставрополь: АГРУС. 2013; 518. ISBN 978-5-9596-0924-5 <https://www.elibrary.ru/tbgyoz>
11. Кулик К.Н. (ред.). Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием Ставропольского края. Монография. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН; Ставрополь. 2024; 163. ISBN 978-5-9631-1164-2 <https://www.elibrary.ru/toiest>
12. Дзыбов Д.С. Растительность Ставропольского края. Монография. Ставрополь: АГРУС. 2018; 491. ISBN 978-5-9596-1459-1 <https://www.elibrary.ru/vtqnvq>
13. Chibilev A.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Developing Institutional Support for Rational Steppe Land Use. Maximova S.G., Raikin R.I., Chibilev A.A., Silantyeva M.M. (eds.). *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems Research*. Cham: Springer. 2023; 2: 45–57. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78083-8_5
14. Талалаев С.А., Баженова И.А., Старостина М.А., Дьякова Л.В., Диджикайте Н.А. Влияние качества пастбищ на показатели шерсти овец. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020; (4): 134–136. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2020.4.134>
15. Тютюма Н.В., Булахтина Г.К., Тютюма Н.А. Антропогенный фактор опустынивания аридных территорий Астраханской области. *Аридные экосистемы*. 2023; 29(1): 53–58. <https://www.elibrary.ru/pwllcu>
16. Гречушкина-Сухорукова Л.А. Перспективный ассортимент и интродукция декоративных злаков в степной зоне. *Аграрная наука*. 2023; (6): 76–80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-76-80>

ОБ АВТОРАХ

Нина Григорьевна Лапенко

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
sniish_stepi@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3856-690X>

Олеся Викторовна Хонина

кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
honina.o@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8509-862X>

Мария Александровна Старостина

научный сотрудник
otd.forage@fnac.center
<https://orcid.org/0000-0003-0086-4258>

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,
ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край,
356241, Россия

3. Chibilev A.A., Meleshkin D.S., Grigorevsky D.V. Modern structure and spatial distribution of agricultural lands in the regions of the Russia's steppe belt. *Steppe Science*. 2021; (2): 72–81 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2712-8628-2021-2-83-92>

4. Lazareva V.G., Bananova V.A., Van Zung N. Dynamics of Modern Vegetation for Pasture Use in the Northwestern Pre-Caspian Region. *Arid Ecosystems*. 2020; 10(4): 276–283. <https://doi.org/10.1134/S2079096120040137>

5. Levykin S.V., Chibilev A.A., Kochurov B.I., Kazachkov G.V. To the strategy of steppes' conservation and restoration and natural resource use in the area of post-virgin lands. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya: Geograficheskaya*. 2020; (4): 626–636 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2587556620040093>

6. Lapenko N.G., Honina O.V., Starostina M.A. Overview of issues of conservation of steppe ecosystems. *Agrarian science*. 2024; (12): 117–124 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-117-124>

7. Loshakov A.V., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O., Savinova S.V. Environmental problems of treatment of saline lands for agricultural needs in the first agro-climatic zone of the Stavropol Territory. *South of Russia: ecology, development*. 2019; 14(1): 105–116 (in Russian). <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-1-105-116>

8. Lapenko N.G., Khonina O.V. Assessment of pasture degradation of steppe ecosystems in the arid zone of Stavropol. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2022; 36(5): 16–20 (in Russian). https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_5_16

9. Prishchepov A.V. et al. Multiple trajectories of grassland fragmentation, degradation, and recovery in Russia's steppes. *Land Degradation and Development*. 2021; 32(11): 3220–3235. <https://doi.org/10.1002/ldr.3976>

10. Kulintsev V.V. et al. The farming system of the new generation of the Stavropol Territory. Monograph. Stavropol: AGRUS. 2013; 518 (in Russian). ISBN 978-5-9596-0924-5 <https://www.elibrary.ru/tbgyoz>

11. Kulik K.N. (ed.). National Action Program to combat desertification of the Stavropol Territory. Monograph. Volgograd: Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences; Stavropol. 2024; 163 (in Russian). ISBN 978-5-9631-1164-2 <https://www.elibrary.ru/toiest>

12. Dzybov D.S. Vegetation of Stavropol region. Monograph. Stavropol: AGRUS. 2018; 491 (in Russian). ISBN 978-5-9596-1459-1 <https://www.elibrary.ru/vtqnvq>

13. Chibilev A.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Developing Institutional Support for Rational Steppe Land Use. Maximova S.G., Raikin R.I., Chibilev A.A., Silantyeva M.M. (eds.). *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems Research*. Cham: Springer. 2023; 2: 45–57. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78083-8_5

14. Talalaev S.A., Bazhenova I.A., Starostina M.A., Dyakova L.V., Didzhokaite N.A. Impact of pasture quality on sheep wool indicators. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2020; (4): 134–136 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2020.4.134>

15. Tyutyuma N.V., Bulakhtina G.K., Tyutyuma N.A. Anthropogenic Factors of Desertification of Arid Territories of the Astrakhan Region. *Arid Ecosystems*. 2023; 13(1): 45–49. <https://doi.org/10.1134/S207909612301016X>

16. Grechushkina-Sukhorukova L.A. Promising range and introduction of ornamental grasses in the steppe zone. *Agrarian science*. 2023; (6): 76–80 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-76-80>

ABOUT THE AUTHORS

Nina Grigoryevna Lapenko

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher
sniish_stepi@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3856-690X>

Olesya Viktorovna Khonina

Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher
honina.o@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8509-862X>

Maria Alexandrovna Starostina

Research Associate
otd.forage@fnac.center
<https://orcid.org/0000-0003-0086-4258>

North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center,
49 Nikonova Str., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241,
Russia

УДК 631.542.32

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-127-134

Т.Г. Причко ✉

К.В. Головкин

Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия,
Краснодар, Россия

✉ prichko@yandex.ru

Поступила в редакцию: 10.02.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 24.04.2025

© Причко Т.Г., Головкин К.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-127-134

Tatyana G. Prichko ✉

Kristina V. Golovko

North Caucasus Federal Scientific Center
for Horticulture, Viticulture, Winemaking,
Krasnodar, Russia

✉ prichko@yandex.ru

Received by the editorial office: 10.02.2025

Accepted in revised: 09.04.2025

Accepted for publication: 24.04.2025

©Prichko T.G., Golovko K.V.

Урожайность и качество плодов яблони сорта Ренет Симиренко в пальметтном саду на Кубани

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Яблоня (*Malus domestica*) — самая распространенная плодовая культура, возделываемая на юге России. В последнее время возрос интерес к пальметтным садам с новым подходом к посадке сада.

Цели исследований — повысить урожайность и улучшить качество плодов в пальметтном саду яблони в условиях юга России.

Методы. Объекты исследования — яблоня сорта Ренет Симиренко, схема посадки — $4,0 \times 1,5$ м (1666 дер/га), тип кроны — плодовая стена, где деревья посажены под углом 45° по направлению ряда, при этом центральный проводник саженца закреплен горизонтально вдоль нижней проволоки, из которого сформированы 5–8 вертикальных проводников в одной плоскости. Контроль — схема посадки $4,0 \times 1,5$ м, тип кроны — стройное веретено.

Результаты. В статье представлены результаты изучения роста проводников, урожайности и качества плодов яблони за 2020–2023 гг., где было установлено, что урожайность в опытном варианте в первый год плодоношения (2022 г.) составила 18,0 т/га, в 2023-м — на 8,0 т больше. Яблоки в опытном варианте были больше по массе и созрели быстрее на 5–7 дней. Минеральный состав плодов (N, K, Ca, Mg, P) в опытном варианте более сбалансированный за счет меньшей конкуренции за питательные вещества между плодами, листьями и древесиной. Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности закладки нового типа пальметтного сада, позволяющего увеличить урожайность и улучшить качество плодов.

Ключевые слова: яблоня (*Malus domestica*), пальметтный сад, формировка, плодовая стена, урожайность, качество

Для цитирования: Причко Т.Г., Головкин К.В. Урожайность и качество плодов яблони сорта Ренет Симиренко в пальметтном саду на Кубани. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 127–134. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-127-134>

Productivity and quality of fruits of the apple tree variety Renet Simirenko in a palmette garden in the conditions of the South of Russia

ABSTRACT

Relevance. Apple tree (*Malus domestica*) is the most widespread fruit crop cultivated in the south of Russia. Recently, interest in palmette orchards has increased, with a new approach to planting the orchard.

The research aims to increase yields and improve the quality of fruits in the apple orchard in the conditions of southern Russia.

Methods. The objects of the study are an apple tree of the Renet Simirenko variety, the planting scheme is 4.0×1.5 m (1666 acres/ha), the crown type is a fruit wall, where the trees are planted at an angle of 45 degrees in the direction of the row, while the central conductor of the seedling is fixed horizontally along the lower wire, from which 5–8 vertical conductors are formed in one plane. The control is a 4.0×1.5 m planting scheme, the crown type is a slender spindle.

Results. The article presents the results of studying the growth of conductors, yield and quality of apple trees for the period 2020–2023, where it was found that the yield in the experimental variant in the first year of fruiting (2022) was 18.0 t/ha, in 2023 — 8.0 tons more. Apples in the experimental variant were larger in weight and ripened faster by 5–7 days. The mineral composition of fruits (N, K, Ca, Mg, P) in the experimental variant is more balanced due to less competition for nutrients between fruits, leaves and wood. The results obtained allow us to conclude that it is advisable to plant a new type of palmette orchard, which allows increasing the yield and improving the quality of fruits.

Key words: apple tree (*Malus domestica* Borkh), palmette orchard, formation, fruit wall, productivity, quality

For citation: Prichko T.G., Golovko K.V. Productivity and quality of fruits of the apple tree variety Renet Simirenko in a palmette garden in the conditions of the South of Russia. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 127–134 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-127-134>

Введение/Introduction

В садоводстве, как и в других отраслях производства, внедрение цифровых технологий особенно актуально, так как позволяет повысить управляемость технологическими операциями при возделывании садов, что приведет к повышению урожайности и качества продукции, но для этого необходимы новые подходы к возделыванию плодовых культур, связанные с технологией закладки сада, способом формирования кроны дерева, что позволит выполнить работы по механизации технологических процессов, приводящих к снижению потерь урожая, улучшению качества плодов, увеличению доходности [1, 2].

Закладка интенсивных и суперинтенсивных (с количеством деревьев более 2500 дер/га) садов с плоской формой кроны деревьев обеспечивает высокую освещенность за счет равномерного распределения света по всей кроне дерева, позволяя вырастить плоды высокого товарного качества, облегчает управление технологическими процессами, позволяя использовать интеллектуальные машины, робототехнику, которые способны вести работы по обрезке деревьев, прореживанию завязи, уборке урожая «роботизированными руками», что значительно повышает эффективность сельскохозяйственного производства [3–6].

В настоящее время повышение урожайности в садоводстве чаще решается путем применения загущенных схем посадки деревьев с плотностью от 1250 дер/га ($4,0 \times 2,0$ м) до 5000 дер/га ($4,0 \times 0,5$ м), что позволяет получить до 70–80 т/га плодов. При подборе подвойно-привойных комбинаций яблони, системе формирования кроны «плодовая стена», наличия соответствующей техники имеется возможность закладки еще более плотных садов за счет уменьшения ширины междурядий (от 3,5–3,0 до 2,5–2,0 м) и расстояния между деревьями в ряду (от 0,5 до 0,2 м), что позволит увеличить урожайность до 90–100 т/га с получением высококачественных плодов, но при этом значительно увеличивается расход посадочного материала [7].

Новая технология закладки пальметтного сада с формированием кроны по системе «плодовая стена» позволит снизить расход посадочного материала за счет большего расстояния между деревьями, где предусматривается образование вертикальных мини-проводников в одной плоскости ряда шириной 35–40 см, что упрощает работы и снижает затраты на выполнение технологических процессов [8].

Результаты исследований, выполненные в 1960–1980 гг. по изучению закладки садов яблони пальметтного типа на различных подвоях на их рост и продуктивность, показали, что такие сады на 1–2 года раньше вступают в плодоношение, имеют в 1,5–2,0 раза выше урожай, чем сады с округлой кроной деревьев [9–10].

В 2000-х годах стала изучаться система пальметтного сада, но с новым подходом к посадке

деревьев, которую осуществляли под углом 45° , а центральный проводник дерева горизонтально размещали на первой шпалерной проволоке, из которого в дальнейшем (по мере отрастания побегов) формировались вертикально возобновляемые проводники в направлении рядов одной плоскости.

Учитывая это, авторами рассматривалась возможность дальнейшей интенсификации технологии выращивания садов при меньшем расходе посадочного материала на основе усовершенствования технологии закладки и ведения пальметтного сада по уплотненной схеме посадки на шпалере ($4,0 \times 1,5$ м), обеспечивающего высокую освещенность за счет лучшего распределения света в кроне деревьев, необходимую для получения крупных и товарных плодов. При дальнейшем развитии садоводства в пальметтных садах при посадке деревьев под углом 45° возможно еще большее уменьшение ширины междурядий (до 2,0–2,8 м) с ограничением высоты деревьев (до 2,0–2,5 м) при формировке кроны «плодовая стена», что позволит увеличить урожайность до величин более 100 т/га [11].

Цель исследований – изучить приемы повышения урожайности и качества плодов яблони сорта Ренет Симиренко в пальметтном саду с видом кроны «плодовая стена» на Кубани.

Задачи исследований: установить биометрические особенности роста деревьев яблони сорта Ренет Симиренко при видах крон «плодовая стена» и «стройное веретено»; провести оценку урожайности при разных приемах возделывания сада; определить товарные и химические показатели качества плодов, обусловленные типом посадки сада и формой кроны; дать оценку экономической эффективности возделывания пальметтного сада.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В статье представлены данные исследований 2020–2023 гг. Опыты заложены на Кубани в ООО «ЭкваторАгро» (Краснодарский край). Объекты исследования — яблоня (*Malus domestica* Borkh) 2020 года посадки, сорт Ренет Симиренко.

Схема опыта

Опытный вариант: саженцы-однолетки, подвой М9, посаженные под углом 45° при схеме посадки $4,0 \times 1,5$ м, плотность посадки 1666 шт/га, формирование кроны «плодовая стена» с вертикальными мини-проводниками $ПР_1–ПР_8$.

Контроль: вертикальная посадка деревьев на подвое М9 при схеме $4,0 \times 1,5$ м, плотность посадки 1666 дер/га.

Погодные условия в период вегетации во все годы были благоприятными как по количеству среднегодовых осадков (от 788 до 856 мм), так и по среднегодовой температуре (от 10 до $19,1^\circ\text{C}$), что обеспечило хорошую закладку урожая и получение качественных плодов. Почвы используемого

участка имеют благоприятные агрофизические и агрохимические свойства для роста и плодоношения плодовых растений. В саду с первого года установлено капельное орошение, осуществлялась соответствующая система некорневых подкормок и защиты урожая.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методике опытного дела» и методическим рекомендациям¹, «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»², «Методическому и аналитическому обеспечению исследований по садоводству»³.

Биометрические показатели дерева (количество выросших проводников и их высоту) определяли путем замера вертикальных проводников. Количество цветков, процент завязавшихся плодов, урожайность учетных деревьев определяли путем подсчета плодов на каждом проводнике.

При определении формирования качества плодов в период вегетации определяли товарные и химические показатели плодов с использованием методов и прошедшего поверку оборудования: массу (г) — на весах электронных JW 1 (ACOM, Южная Корея); диаметр и высоту (D, H, мм) — штангенциркулем ШЦ-1-200 («ЧИЗ», Россия); твердость мякоти — пенетрометром FT-372 с диаметром плунжера 10 мм (EFFEGI, Италия); крахмал — йодкрахмальным методом с раствором Люголя⁴; титруемые кислоты — титрованием 0,1 N раствором NaOH⁵; сахара — по ГОСТ 8756.13-87⁶; растворимые сухие вещества⁷ — рефрактометром PAL-3 (ATAGO, Япония); вкус плодов — органолептической оценкой; витамин P — колориметрическим методом на КФК-3-01 («ЗОМЗ», Россия) (в модификации Л.И. Вигорова)⁸; витамин C — йодометрическим методом с йодатом калия⁹; минеральный состав (кальций, калий, магний, азот, фосфор) — методом капиллярного электрофореза на «Капель-105PT» («Люмекс», Россия)¹⁰.

Экономическую эффективность рассчитывали на основе фактических затрат и прибыли от реализации плодов.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом описательной статистики и дисперсионного анализа (по Б.А. Доспехову)¹¹, используя пакеты программ Microsoft Excel и Statistica (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В пальметтном саду, решая вопросы снижения расхода посадочного материала и создания нового типа сада, в варианте (опыте) деревья высаживались под наклоном 45°, где центральный проводник (1,2–1,5 м) направлен и закреплен вдоль первой проволоки, его конец направлен вверх, образуя заключительный вертикальный проводник. Первый от штамба отросший вертикальный проводник, имеющий преимущества в силе роста, на второй год был направлен вдоль первой проволоки в противоположную от штамба сторону, что позволило снизить его силу роста и дало возможность с другой стороны от штамба дерева получить 2–3 мини-проводника, увеличив общее количество вертикальных проводников на дереве до 7–8 шт., а также занять свободное пространство с противоположной от штамба стороны, обеспечивая сплошную «плодовую стену» (рис. 1).

Отрастающие на горизонтально расположенном стволе саженца вертикальные проводники подвязывали через 20,0–25,0 см к пластиковым прутьям. Боковые побеги на вертикальных мини-проводниках укорачивали, оставляя у основания 3–5 почек. Все побеги, расположенные ниже первой проволоки, удаляли.

В контрольном варианте урожай формировался на 13–17 боковых разветвлениях, расположенных на центральном проводнике (рис. 2).

Рис. 1. Рост мини-проводников (период покоя и начало вегетации) при формировании кроны «плодовая стена» (третий год после посадки), сорт Ренет Симиренко. 2023 г. Фото авторов

Fig. 1. Growth of mini-conductors at “fruit wall” crown formation (third year after planting), variety Renet Simirenko. 2023. Photo by the authors



¹ Егоров Е.А. и др. Методики опытного дела и методические рекомендации Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2002; 214.

² Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда. Краснодар: ФГБУ СКФНЦСВВ. 2017; 282.

³ Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2010; 300.

⁴ Причко Т.Г. Уборка, хранение и товарная обработка яблок. Краснодар. 2015; 126.

⁵ ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки плодов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.: Стандартинформ. 2019; 8.

⁶ ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

⁷ ГОСТ ISO 2173-2013 Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения сухих веществ. М.: Стандартинформ. 2014; 7.

⁸ Вигоров Л.И. Метод определения Р-активных веществ. Труды III семинара по БАВ. Свердловск. 1972; 362.

⁹ ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: Издательство стандартов. 2003; 11.

¹⁰ Якуба Ю.Ф., Кузнецова А.П. Методы определения концентрации катионов и анионов, фенольных соединений в спиртосодержащих растворах с помощью метода высокоэффективного капиллярного электрофореза. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. Краснодар. 2010; 300.

¹¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос. 1979; 416.

Рис. 2. Сад яблони с формой кроны «стройное веретено» (третий год после посадки), сорт Ренет Симиренко. 2023 г. Фото авторов

Fig. 2. Orchard of apple trees with crown shape "slender spindle" (third year after planting), variety Renet Simirenko. 2023. Photo by the authors



а) фаза цветения

б) плодоношение

На второй год после посадки (2022 г.) на каждом дереве в опытном варианте в среднем было по 5–8 мини-проводников (ПР₁–ПР₈), длина которых зависела от места расположения и варьировала от 0,3 до 1,5 м, причем большую высоту имели центральные (или по счету ПР₁, ПР₂, ПР₃ и ПР₆ от штамба дерева) проводники (рис. 3).

На третий год после посадки (2023 г.) количество проводников на каждом дереве было 8 шт. (рис. 4).

Высота проводников варьировала от 60 до 205 см и составила в среднем 122–138 см, причем наибольшую длину (154,5–173,0 см) имели первые три проводника — ПР₁, ПР₂, ПР₃, расположенные ближе к штамбу дерева, и проводник ПР₆ (139,8 см), отведенный в противоположную сторону.

Закладка цветочных почек зависела от высоты и толщины проводников, больше всего цветков закладывалось на более крупных проводниках. Количество цветков на проводниках на второй год плодоношения варьировало от 20 шт. (на самых маленьких проводниках) до 108 шт., количество цветков на дереве — от 514,6 до 551,5 шт. (в среднем составило 533,8 цветка, из которых после июньского осыпания завязались в среднем 15,9% плодов) (табл. 1).

В результате исследований было установлено, что количество боковых ветвей в контрольном варианте превышало показатели опытного варианта в 2,1 раза, однако длина боковых ветвей в

Рис. 3. Высота проводников на второй год после посадки, форма кроны «плодовая стена». 2022 г.

Fig. 3. Height of conductors in the second year after planting when using the "fruit wall" formation. 2022

Примечание: ПР1–ПР8 — номер проводника.

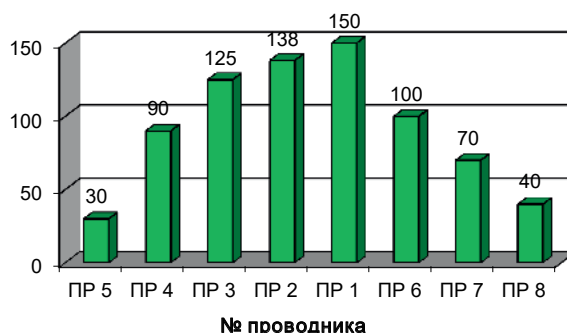
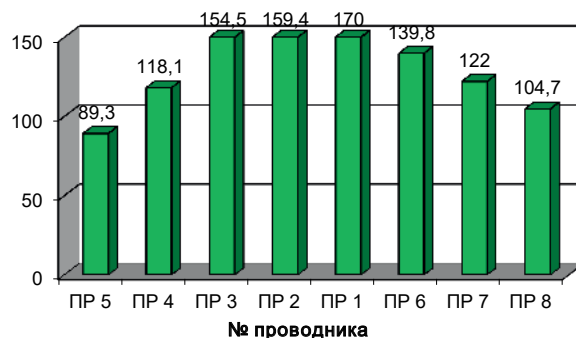


Рис. 4. Высота проводников на третий год после посадки, форма кроны «плодовая стена». 2023 г.

Fig. 4. Height of conductors in the third year after planting when using the "fruit wall" formation. 2023

Примечание: ПР1–ПР8 — номер проводника.



опытном варианте была выше в 3,6 раза, это обеспечило формирование в 2,8 раза большего количества соцветий.

В первый год плодоношения (2022 г.) на крайних вертикальных проводниках, образованных путем загибания вершины саженца вверх (ПР₅), яблок было небольшое количество — от 0 до 9 шт. На проводниках ПР₆, ПР₇, ПР₈, расположенных в противоположную от штамба сторону, завязались в среднем 0–11 яблок. При высоте проводника менее 50 см плоды отсутствовали. В первый год плодоношения на 8 проводниках было от 48 до 57 яблок (или в среднем на дереве 52 шт.). Средний вес плодов составлял 208,2 г при варьировании от 203,9 до 214,8 г. Высота (H)

Таблица 1. Количество цветков и процент завязавшихся плодов, сорт Ренет Симиренко (среднее за 2022–2023 гг.)

Table 1. Number of flowers and percentage of fruit set, variety Renet Simirenko (average for 2022–2023)

Опытный вариант, № повторностей	Количество цветков на вертикальных проводниках на третий год после посадки, шт.								Всего	Процент завязавшихся плодов, %
	ПР ₅	ПР ₄	ПР ₃	ПР ₂	ПР ₁	ПР ₆ против	ПР ₇ против	ПР ₈ против		
1 пов.	20	90	86,6	105	96,6	43,3	45	48,3	534,8	14,9
2 пов.	45	75	86,6	93,3	85	31,7	86,6	48,3	551,5	18,4
3 пов.	32,5	76,7	31,7	38,3	90,8	108,0	68,3	68,3	514,6	14,5
Среднее по вариантам	32,5	80,5	68,3	78,9	90,8	61,1	66,7	55,0	533,8	15,9
НСР _{0,5}	17,0	11,2	43,2	48,5	7,9	58,0	28,4	15,7	22,6	–

плода — 62,7 мм, диаметр (D) — 82,0 мм. С одного учетного дерева в первый год плодоношения было собрано 10,826 кг яблок. При пересчете на 1666 деревьев на 1 га расчетное количество урожая составило, соответственно, 18,036 т яблок (рис. 5).

На второй год (2023 г.) плодоношения яблоки количество плодов на мини-проводниках было больше в сравнении с первым годом и варьировало от 73 до 105 шт., что в среднем составило 82 яблока. Среднее количество плодов на каждом проводнике по всем повторностям: от 2,8 до 13,1 шт. — в 2022 году; от 6,3 до 13,3 шт. — в 2023-м (рис. 6).

Яблоки по размеру и массе были однородными, выровненными, при незначительном варьировании размеров на второй год плодоношения их средняя масса достигала 234,9 г, а учитывая, что с дерева в среднем убраны 82 яблока, урожайность составила 19,262 кг/дер (в пересчете на 1 га — 32,1 т/га). В сравнении с первым годом плодоношения урожайность увеличилась в 1,8 раза. Но, учитывая, что деревья еще не до конца сформировались, сад имеет высокий потенциал дальнейшего увеличения урожайности (рис. 7).

В контроле деревья высаживались вертикально, и во второй год после посадки высота деревьев достигала 1,7–2,0 м. На деревьях отмечены 13–17 боковых разветвлений. В первый год плодоношения завязались в среднем 25 яблок на дереве со средней массой 204,9 г, соответственно, урожайность с дерева составила 5,122 кг (в пересчете с 1 га убраны 8,534 т/га) (табл. 2).

По данным результатов исследований установлено, что в опытном варианте количество сформированных плодов было выше контроля на 65,9%. При этом масса плода была выше в опытном варианте на 15,4 г, это обеспечило формирование урожая в 1,6 раза больше.

В контрольном варианте на дереве на второй год завязались от 38 до 62 яблок (в среднем 54 шт.), при этом масса яблок была меньше (175,6 г), а плоды значительно варьировали по размерам — от крупных до мелких. Урожайность с дерева достигла 9,482 кг, что в 1,64 раза ниже,

Рис. 5. Нагрузка проводников плодами в первый год плодоношения при посадке сада под углом 45°, сорт Ренет Симиренко. 2022 г. Фото авторов

Fig. 5. Load of conductors with fruits in the first year of fruiting when planting a garden at an angle of 45°, Renet Simirenko variety. 2022. Photo by the authors



Рис. 6. Варьирование нагрузки проводников плодами, форма кроны «плодовая стена» (среднее за 2022–2023 гг.)

Fig. 6. Variation of the load of conductors with fruits during the formation of the crown "fruit wall" (average for 2022–2023)

Примечание: ПР1–ПР8 — номер проводника.

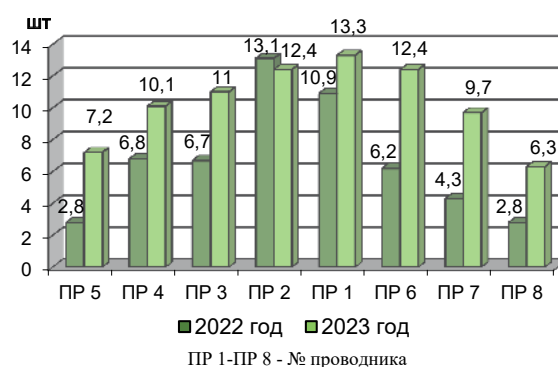


Рис. 7. Вид пальметтного сада на третий год после посадки, сорт Ренет Симиренко. 2023 г. Фото авторов

Fig. 7. View of a palm garden in the third year after planting, Renet Simirenko variety. 2023. Photo by the authors



Таблица 2. Хозяйственная продуктивность яблони с учетом системы формирования кроны (2022–2023 гг.)

Table 2. Economic productivity of apple trees with different crown formations (2022–2023)

Вариант	Количество плодов с дерева, шт.	Средняя масса плода, г	Урожай, кг/дер	Хозяйственная продуктивность, т/га
2022 г.				
Контроль	25	204,9	5,122	8,534
Опыт	52	208,2	10,826	18,036
НСР _{0,5}	3,6	2,7	1,5	1,8
2023 г.				
Контроль	54	175,6	9,482	15,797
Опыт	82	190,0	15,580	25,956
НСР _{0,5}	1,8	2,4	1,5	1,6

чем в опытном варианте. Учитывая, что сад посажен по уплотненной схеме посадки, урожай с 1 га составил 15,797 т/га.

Химические показатели качества плодов дают информацию об их степени зрелости, вкусе и пищевой ценности. Исходя из товарных качеств плодов, твердости мякоти, а также содержания сухих веществ, сахаров, крахмала, следует, что практически все плоды опытного варианта имели одинаковую степень созревания, в то же время были более зрелые в сравнении с плодами контрольного варианта за счет лучшего доступа света, о чем свидетельствует больший расход крахмала (на 0,5 балла) с переходом в сахара, увеличив его содержание до 8,5%.

Меньшее содержание кислот (1,0%), пектина (0,86%) в плодах опытного варианта свидетельствует о раннем созревании яблок, при этом плоды более сладкие по вкусу, что наглядно отражено в величине сахарокислотного индекса — 8,5 у. е. Учитывая показатели химического состава яблок, следует, что крона дерева «плодовая стена» с лучшим доступом света к плодам способствует более быстрому и одновременному созреванию яблок (табл. 3).

Уровень накопления минеральных веществ в яблоках показал, что за счет размещения плодов не на боковых ветках, а только на центральных мини-проводниках с минимальной загрузкой лиственной массой в плодах отмечено оптимальное соотношение питательных веществ. В процессе созревания содержание минеральных веществ (азота, кальция, калия, магния и фосфора) в яблоках опытных вариантов по всем фазам развития, начиная с фазы «лещина» до начала уборки урожая, в 1,1–1,2 раза больше, чем в контроле (табл. 4).

Лучшее формирование минерального состава яблок при оптимальном соотношении элементов питания в плодах опытного варианта обеспечивается за счет типа кроны дерева, где предусмотрено размещение проводников в одной плоскости, обеспечивающих равномерное поступление света к плодам, прямой доступ питательных веществ при выполнении некорневых обработок, что повышает управляемость технологическими процессами, позволяет увеличить продуктивность дерева.

При оценке эффективности возделывания пальметтного сада было установлено, что при реализации яблок в хозяйстве по цене 50 823 руб/т (цены, сложившиеся в Краснодарском крае) выручка от продаж с 1 га была выше в опытном

Таблица 3. Показатели качества яблок в пальметтном саду, сорт Ренет Симиренко (среднее за 2022–2023 гг.)

Table 3. Quality indicators of apples of the palmette orchard, variety Renet Simirenko (average for 2022–2023)

Вариант	Показатели качества яблок								
	кислотность, %	растворимые сухие вещества, %	сахара, %	сахарокислотный индекс, у. е.	витамин Р, мг / 100 г	Витамин С, Мг / 100 г	пектин, %	крахмал, балл	твердость мякоти, кг/см ²
2022 г.									
Контроль	1,4	11,9	8,3	5,9	74,5	7,8	0,85	1,0	10,4
Опыт	1,1	10,8	7,5	6,8	76,4	8,3	0,84	1,5	10,0
2023 г.									
Контроль	1,2	11,9	8,3	6,9	70,8	7,1	0,89	1,5	10,5
Опыт	1,0	12,0	8,5	8,5	72,4	7,6	0,86	2,0	10,1
НСР 0,05	0,11	0,14	0,11	0,92	2,88	0,39	2,54	0,34	0,28

Таблица 4. Формирование минерального состава яблок по фазам развития в зависимости от формы кроны дерева, сорт Ренет Симиренко (2022–2023 гг.)

Table 4. Formation of the mineral composition of apples according to the development phases depending on the shape of the tree crown, variety Renet Simirenko (2022–2023)

Вариант опыта	Минеральный состав, мг%									
	калий (K)		магний (Mg)		кальций (Ca)		азот (N)		фосфор (P)	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Плод лещины										
Контроль	156,2	158,4	16,4	15,8	18,8	19,4	109,8	123,3	19,8	19,0
Опыт	177,0	175,6	17,8	17,2	19,5	22,1	111,4	136,7	21,3	21,2
Плод грецкого ореха										
Контроль	134,7	146,7	6,6	9,2	14,0	18,1	62,1	64,5	12,4	13,4
Опыт	161,5	148,8	7,0	11,3	15,4	20,4	61,8	74,2	12,6	13,0
40 дней до уборки										
Контроль	80,0	98,2	8,1	8,0	14,9	14,6	61,2	60,4	12,4	11,6
Опыт	94,3	116,4	8,6	8,8	14,7	15,4	60,4	63,6	12,0	12,0
20 дней до уборки										
Контроль	88,5	92,1	6,3	7,0	10,2	10,7	49,9	50,0	8,9	8,2
Опыт	98,7	111,0	6,8	7,5	11,6	11,5	50,1	52,0	9,1	8,4
НСР _{0,5}	31,6	25,4	3,9	3,2	2,6	3,5	20,9	27,6	3,8	3,9

варианте — 1319,2 тыс. руб. (в контроле — 802,9 тыс. руб/га), что на 516,3 тыс. руб. больше. При этом в опытном варианте урожай с дерева во второй год плодоношения составил 15,580 кг/дер, что в 1,6 раза выше, чем в контроле (9,482 кг/дер) (табл. 5).

Таким образом, из результатов исследований следует, что при формировании кроны дерева «плодовая стена» наблюдаются повышение продуктивности дерева (на 6,098 кг/дер) и, соответственно, увеличение урожайности (на 10,159 т/га). Это позволило увеличить прибыль от продаж до 472,5 тыс. руб/га, что выше контрольного варианта на 251,2 тыс. руб/га. Данный способ закладки сада под углом 45° с новым подходом к созданию формы кроны дерева «плодовая стена» обеспечивает увеличение рентабельности предприятия на 17,8%.

Выводы/Conclusions

1. Установлено, что при использовании формирования кроны «плодовая стена» на третий год после посадки наибольшую высоту (154,5–173,0 см) имели первые три проводника — PR_1 , PR_2 , PR_3 , расположенные ближе к штамбу дерева, и проводник PR_6 , отведенный в противоположную сторону (139,8 см).

2. Определено, что урожай с дерева при кроне «плодовая стена» на второй год после посадки составил 10,826 кг/дер (что выше контроля в 2,1 раза), а на третий — увеличился до 15,580 кг/дер, что выше контрольного варианта в 1,4 раза.

3. Установлено, что плоды в опытном варианте с кроной «плодовая стена» созрели быстрее за счет лучшего доступа света к плодам, о чем свидетельствует больший расход крахмала (на 0,5 балла) на питание, который перешел в сахара (8,5%), увеличив сладость во вкусе (сахарокислотный индекс 8,5 у. е). Степень зрелости связана с

Таблица 5. Показатели экономической эффективности возделывания яблони с разными типами крон. 2022–2023 гг.

Table 5. Indicators of ecological efficiency of cultivation of apple trees with different types of crowns in the second year of fruiting. 2022–2023

Вариант	Урожай, кг/дер	Хозяйственная продуктивность, т/га	Себестоимость, руб/т	Цена реализации, руб/т	Затраты на производство, тыс. руб/га	Выручка от продаж, тыс. руб/га	Прибыль от продаж, тыс. руб/га	Рентабельность, %
2022 г.								
Контроль	9,482	15,797	36815	50823	581,6	802,9	221,3	38,0
Опыт	15,580	25,956	32620	50823	846,7	1319,2	472,5	55,8
2023 г.								
Контроль	13,311	22,176	37830	50823	838,9	1127,1	288,1	34,3
Опыт	23,94	39,884	32620	50823	1301	2027	726	55,7

содержанием пектиновых веществ (0,86%) и твердостью мякоти (10,1 кг/см²), которые ниже в опытном варианте.

4. Яблоки опытного варианта имели более сбалансированный минеральный состав (N , K , Ca , Mg , P) за счет лучшего доступа элементов питания к плодам, что обеспечивает большую устойчивость к физиологическим заболеваниям плодов при хранении.

Результаты опыта показывают возможность дальнейшей интенсификации садоводства на основе совершенствования технологии закладки и ведения сада с формой кроны «плодовая стена».

Развитие данного направления исследований позволит решить вопросы повышения интенсивности садоводства за счет увеличения урожайности, ускорения вступления деревьев в плодоношение (в течение 3–4 лет достичь максимального урожая), снижения трудозатрат, улучшения качества плодов, повышения производительности обрезки и эффективности сбора урожая.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трусевич Г.В. Основные вопросы интенсификации садоводства на Северном Кавказе. *Проблемы интенсификации садоводства на Северном Кавказе. Сборник статей*. Новочеркасск: Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства. 1982; 11–22.
2. Егоров Е.А. Интенсификация плодового садоводства. Алехина Е.М. и др. *Интенсивные технологии возделывания плодовых культур*. Краснодар. 2004; 5–10. <https://elibrary.ru/retinx>
3. Причко Т.Г., Чумаков С.С., Мацера С.В., Причко К.В. Тип формирования яблони, определяющий урожайность и качество плодов сорта Ренет Симиренко. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (11): 33–41. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-11-33-41>
4. Карпушина М.В., Руссо Д.Э. Применение современных цифровых технологий в садоводстве. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2019; 57(3): 95–108. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-3-57-95-108>

REFERENCES

1. Trusevich G.V. Main issues of intensification of gardening on North Caucasus. *Problems of intensification gardening in the North Caucasus. Collection of articles*. Novocherkassk: North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 1982; 11–22 (in Russian).
2. Egorov E.A. Intensification of fruit growing. Alekhina E.M. et al. *Intensive technologies of cultivation of fruit crops*. Krasnodar. 2004; 5–10 (in Russian). <https://elibrary.ru/retinx>
3. Prichko T.G., Chumakov S.S., Matsera S.V., Prichko K.V. The apple tree formation type determining the Renet Simirenko variety fruits yield and quality. *Bulletin of KrasGAU*. 2023; (11): 33–41 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-11-33-41>
4. Karpushina M.V., Russo D.E. Application of modern digital technologies in horticulture. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019; 57(3): 95–108 (in Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-3-57-95-108>

5. Шахмирзоев Р.А. Урожайность и товарные качества плодов яблони сорта Голден Делишес на слаборослых подвоях в зависимости от обрезки. *Аграрная наука*. 2024; (9): 119–123.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-119-123>

6. Горбунов И.В., Кравченко Р.В., Тымчик Н.Е. Влияние формирования кроны на агробиологические показатели яблони в условиях Предгорной зоны садоводства Краснодарского края. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2019; 77: 69–73.
<https://doi.org/10.21515/1999-1703-77-69-73>

7. Иванченко О.Н. Пальметтный сад. *Актуальные проблемы социально-экономических исследований. Сборник материалов 11-й Международной конференции*. Махачкала: Апробация. 2016; 30–31.
<https://elibrary.ru/vuomtd>

8. Причко Т.Г., Чумаков С.С., Матсера С.В., Причко К.В. Результаты испытания формирования кроны «плодовая стена» при выращивании яблони сорта Ред Велокс. *Научный журнал КубГАУ*. 2023; 190: 92–106.
<https://doi.org/10.21515/1990-4665-190-012>

9. Хамурзаев С.М., Мадаев А.А., Анасов И.М. Закладка и возделывание садов интенсивного типа с плоскими пальметтными кронами. *Известия Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова*. 2020; (3): 7–11.
<https://doi.org/10.36684/12-2020-19-3-7-11>

10. Хамурзаев С.М., Долматов Е.А., Мадаев А.А., Анасов И.М. Особенности выращивания интенсивных садов с пальметтным формированием садов. *Горное сельское хозяйство*. 2020; (2): 125–128.
<https://doi.org/10.25691/GSH.2020.2.018>

11. Crassweller R.M., Smith D.E. Early results of tree training system on production of two apple cultivars. *Acta Horticulturae*. 2017; 1177: 127–132.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1177.16>

ОБ АВТОРАХ

Татьяна Григорьевна Причко

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией хранения и переработки плодов и ягод
prichko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5153-8482>

Кристина Вадимовна Головки

младший научный сотрудник лаборатории хранения и переработки плодов и ягод
krisparis02@gmail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-5979-8941>

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, ул. 40-летия Победы, 39, Краснодар, 350901, Россия

5. Shakhmirzoev R.A. Productivity and amarketable qualities of apple tree fruits of the Golden Delicious variety on low growing rootstocks depending on pruning. *Agrarian science*. 2024; (9): 119–123 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-119-123>

6. Gorbunov I.V., Kravchenko R.V., Tymchik N.E. Crown forming influence on apple-tree agrobiological parameters in the conditions of foothill zone gardening in the Krasnodar Territory. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2019; 77: 69–73 (in Russian).
<https://doi.org/10.21515/1999-1703-77-69-73>

7. Ivanchenko O.N. Palmette garden. *Actual problems of socio-economic research. Collection of materials of the 11th International conference*. Makhachkala: Aprobatsiya. 2016; 30–31 (in Russian).
<https://elibrary.ru/vuomtd>

8. Prichko T.G., Chumakov S.S., Matsera S.V., Prichko K.V. The result of testing the formation of the crown “fruit wall” when growing apple trees of the Red Velox variety. *Scientific Journal of KubSAU*. 2023; 190: 92–106 (in Russian).
<https://doi.org/10.21515/1990-4665-190-012>

9. Khamurzaev S.M., Madaev A.A., Anasov I.M. Bookmark and cultivate an intensive type headset with flat-palm brackets. *Izvestia (The News) of Kadyrov Chechen State University*. 2020; (3): 7–11 (in Russian).
<https://doi.org/10.36684/12-2020-19-3-7-11>

10. Khamurzaev S.M., Dolmatov E.A., Madaev A.A., Anasov I.M. Features of growing intensive gardens with palmette formation of gardens. *Gornoye sel'skoye khozyaystvo*. 2020; (2): 125–128 (in Russian).
<https://doi.org/10.25691/GSH.2020.2.018>

11. Crassweller R.M., Smith D.E. Early results of tree training system on production of two apple cultivars. *Acta Horticulturae*. 2017; 1177: 127–132.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1177.16>

ABOUT THE AUTHORS

Tatiana Grigorievna Prichko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Fruit and Berry Storage and Processing
prichko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5153-8482>

Kristina Vadimovna Golovko

Junior Researcher at the Laboratory of Fruit and Berry Storage and Processing
krisparis02@gmail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-5979-8941>

North Caucasus Foederalis Scientific Centrum Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39 40-letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350901, Russia

УДК635.925:632.937.31:631.52:712.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-135-140

Л.П. Чебанная

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр,
г. Михайловск, Ставропольский
край, Россия

✉ bot.sad@bk.ru

Поступила в редакцию: 25.02.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 24.04.2025

© Чебанная Л.П.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-135-140

Lubov P. Chebannaya

North-Caucasus Federal Agrarian
Research Center, Mikhaylovsk,
Stavropol Territory, Russia

✉ bot.sad@bk.ru

Received by the editorial office: 25.02.2025

Accepted in revised: 09.04.2025

Accepted for publication: 24.04.2025

© Chebannaya L.P.

Интродукция и селекция рода барбарис (*Berberis* L.) как метод обновления ассортимента декоративных кустарников для озеленения

РЕЗЮМЕ

В статье представлены материалы по интродукции и селекции сортов барбариса Тунберга (*Berberis thunbergii* DC.) в почвенно-климатических условиях Ставропольского края. Новизна исследований заключается в мобилизации исходного материала декоративных сортов барбариса, ранее не изученных в данной местности, с последующим использованием их в селекционной работе.

Цель исследования заключалась в отборе наиболее устойчивых декоративных форм барбариса и выведении новых, районированных сортов для расширения ассортимента декоративных кустарников, используемых в озеленении. В результате интродукционного изучения выделены адаптированные к местным условиям и обладающие ценными хозяйственно-биологическими признаками 8 культиваров барбариса Тунберга. На их основе автором созданы 2 новых сорта — Руслан и Стёпка, обладающие высокими декоративными качествами, адаптационными возможностями, зимостойкостью и засухоустойчивостью. Исследован метод вегетативного размножения интродуцентов и новых сортов зелеными черенками с использованием регулятора роста ауксинового типа (4-(индол-3-ил) масляная кислота). Большинство сортов в опыте показали хороший результат укоренения и выход черенков высокого качества (80–95%). Сорта собственной селекции Руслан и Стёпка имели высокий процент укоренения как с применением стимулятора корнеобразования, так и в контроле (97–99%). Все сорта отнесены к группе перспективных (выше 85 баллов) и, помимо высокой декоративности, характеризуются хорошей побегообразовательной способностью, ежегодно цветут и плодоносят, легко размножаются вегетативно. Новые сорта Руслан и Стёпка пригодны для широкого использования в озеленении городов Ставропольского края и других регионов РФ.

Ключевые слова: озеленение, ассортимент, кустарники, барбарис, декоративность, устойчивость, селекция, интродукция, вегетативное размножение

Для цитирования: Чебанная Л.П. Интродукция и селекция рода барбарис (*Berberis* L.) как метод обновления ассортимента декоративных кустарников для озеленения. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 135–140.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-135-140>

Introduction and breeding of the genus *Berberis* L. as a method of enriching the range of ornamental shrubs for landscaping

ABSTRACT

The article presents materials on the introduction and breeding of barberry Thunberg varieties (*Berberis thunbergii* DC.) in the soil and climatic conditions of the Stavropol Territory. The novelty of the research lies in the mobilization of the source material of ornamental barberry varieties that had not previously been studied in the area, with their subsequent use in breeding work.

The purpose of the study is to select the most stable ornamental forms of barberry and breed new, zoned varieties to expand the range of ornamental shrubs used in landscaping. As a result of the introduction study, eight cultivars of *Berberis thunbergii* have been identified, adapted to local conditions and possessing valuable economic and biological characteristics. Based on them, the author created two new varieties — Ruslan and Stepka, which have high decorative qualities, adaptive capabilities, frost resistance and increased heat and drought resistance. The method of vegetative propagation of introduced and new varieties by green cuttings using an auxin-type growth regulator (4-(indol-3-yl) butyric acid) was studied. Most varieties showed good rooting results and high-quality cuttings in the experiment (80–95%). The varieties of their own breeding Ruslan and Stepka had a high percentage of rooting both with the use of a root growth stimulator and in the control (97–99%). All varieties are classified as promising (above 85 points) and, in addition to their high decorative value, they are characterized by a good shoot-forming ability, they bloom and bear fruit annually, and they easily reproduce vegetatively. The new Ruslan and Stepka varieties are suitable for widespread use in urban landscaping in the Stavropol Territory and other regions of the Russian Federation.

Key words: landscaping, assortment, shrubs, barberry, decorative, sustainability, breeding, introduction, vegetative reproduction

For citation: Chebannaya L.P. Introduction and breeding of the genus (*Berberis* L.) as a method of updating the range of ornamental shrubs for landscaping. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 135–140 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-135-140>

Введение/Introduction

Создание разнообразных, эстетически выразительных композиций невозможно без привлечения в озеленение новых, высокодекоративных кустарников. Актуальность темы обусловлена потребностью расширения ассортимента декоративных растений в области озеленения за счет введения новых древесно-кустарниковых пород [1]. Действенными методами обогащения и обновления ассортимента декоративных растений являются интродукция и селекция растений.

Работы по интродукции декоративных растений в Ставропольском ботаническом саду ведутся с первых лет его основания (1959 г.). Целенаправленное формирование коллекции декоративных кустарников началось в 1990 году, и на сегодняшний день она представлена 255 видами и культиварами. Среди них род барбарис (*Berberis* L.) семейства *Berberidaceae* Juss. составляет 12% от общего числа растений в коллекции. В озеленении декоративные формы барбариса широко используются в живых изгородях, групповых насаждениях и бордюрах, а также как солитеры. Они характеризуются высокими декоративными качествами, хорошо переносят стрижку, устойчивы к болезням и вредителям, нетребовательны к почвенным условиям.

Барбарисы высоко ценятся за устойчивость к засухе и загазованности воздуха, к неблагоприятным условиям зимнего периода и за разнообразие морфологических признаков [2]. Однако ассортимент используемых в озеленении региона сортов крайне ограничен и представлен в садовых центрах в основном карликовыми формами. Среди высокорослых барбарисов наиболее часто в озеленении используются *Berberis vulgaris* L. и его форма *Atropurpurea* Regel. Главным недостатком данного вида считается то, что он является промежуточным хозяином грибка *Puccinia graminis*, вызывающего ржавчину растений. В ландшафтном озеленении применение ограничено в основном для создания стриженных бордюров.

Среднерослые сорта барбариса представляют собой незаменимый компонент в городском озеленении для создания бордюров, живой изгороди, маскировки склона, кулисы, а также для солитерных и групповых посадок, обсады зеленых газонов [3]. Ассортимент среднерослых барбарисов в городском озеленении представлен недостаточно. Видовые барбарисы зачастую имеют низкую декоративность, а сортовые представлены преимущественно зарубежной селекцией.

Литературные данные свидетельствуют о практическом отсутствии интродукционной и селекционной работы с барбарисами в Северо-Кавказском федеральном округе. По данным ФГБУ

«Госсорткомиссия», в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, зарегистрированы только два отечественных сорта барбариса — Орфей (2009 г.) и Мичуринец (2019 г.)¹.

Внедрение интродуцированных сортов иностранной селекции и создания сортов отечественной селекции с высокими адаптационными возможностями и декоративными качествами будет способствовать обновлению ассортимента кустарников для использования в декоративном растениеводстве и зеленом строительстве. Для формирования функционально устойчивых и долговечных зеленых насаждений требуется научно обоснованный подход к подбору ассортимента, базирующийся на всестороннем изучении биологических свойств и адаптационных возможностей интродуцированных растений, в том числе к условиям урбанизированной среды [4]. Аналогичную цель в сфере озеленения населенных пунктов ставят и в странах Европы [5].

Новизна исследований заключается в мобилизации исходного материала декоративных сортов барбариса, ранее не изученных в данной местности, с последующим использованием их в селекционной работе.

Цели исследований — отбор наиболее устойчивых и высоко декоративных сортов барбариса из собранного в коллекции исходного материала и выведение на их основе новых, районированных сортов для расширения ассортимента декоративных кустарников, используемых в почвенно-климатических условиях Ставропольского края.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования по интродукции и селекции барбариса проводили в Ставропольском ботаническом саду с 2004 по 2024 год. Территория сада расположена в центральной части Ставропольской возвышенности на высоте 640 м над уровнем моря, в зоне неустойчивого увлажнения. Агроклиматические условия региона характеризуются следующими показателями: самый холодный месяц — январь (–3,7 °C), самый теплый — июль (+23 °C). Абсолютный минимум — –31 °C, абсолютный максимум — +37–40 °C. Среднегодовое количество осадков — 600–700 мм. Сумма активных температур выше +10 °C составляет 3200–3400, продолжительность вегетационного периода — в среднем 195 дней. Почвы представлены выщелоченными среднесиловыми малогумусными тяжелосуглинистыми черноземами [6].

Объектом для исследований послужили 10 сортов барбариса Тунберга (*Berberis thunbergii* DC.), перспективных в декоративном и хозяйственном

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (официальное издание). М.: Росинформагротех. 2023; 632.

² Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»: каталог / Кулинцев В.В., Батагова Е.А., Чумакова В.В., Володин А.Б. и др. 13-е изд. (доп.). Ставрополь. 2023; 184–185.

отношениях, культивируемых в Ставропольском ботаническом саду, из них 2 сорта собственной селекции (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»), внесенные в Госреестр селекционных достижений РФ с допуском использования во всех регионах РФ². Изучение биоэкологических особенностей сортов барбариса включало исследование динамики роста и развития, плодоношения, зимостойкости, засухоустойчивости, учет поражения болезнями и вредителями, способы размножения.

Данные исследования осуществляли с использованием общепринятых методик сортоиспытания декоративных культур³, оценки зимостойкости, засухоустойчивости⁴. Опыт по черенкованию проводили в пленочном парнике с использованием зеленых черенков⁵, которые перед посадкой опудривали сухим порошком «Корневин» (страна производитель Россия) — регулятором роста ауксинового типа (4-(индол-3-ил) масляная кислота). Черенкование проводили в углубленном парнике с мелкодисперсным распылением. В качестве субстрата использовали смесь песка и торфа (3:1), верхний слой — песок (5 см). Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами⁶.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате 30-летнего периода интродукции выделен ассортимент видов и сортов кустарников, обладающих высокими декоративными качествами и адаптационными возможностями для практического использования в новых условиях. Успешно внедрены в садово-парковое строительство на Ставрополье около 100 высокодекоративных и устойчивых в местных условиях видов и сортов декоративных кустарников.

Данные исследования проводили в двух направлениях — интродукция и селекция декоративных форм барбариса. Интродукция служила методом мобилизации исходного материала для

создания селекционной базы. Селекционная работа основывалась на изучении гибридного разнообразия, закономерностей их роста и развития в конкретных условиях для проведения направленного отбора нужных форм.

Целенаправленную работу по селекции барбариса в Ботаническом саду начали в 2004 году с накопления исходного материала и выделения таксонов с высокими декоративными качествами и адаптационными возможностями в местных почвенно-климатических условиях. В результате комплексного интродукционного изучения сортов (2019–2024 гг.), были выделены адаптированные к местным условиям и обладающие ценными хозяйственно-биологическими признаками 8 культиваров барбариса Тунберга для дальнейшего использования в селекционной работе и садово-парковом озеленении на Ставрополье (табл. 1).

На сегодняшний день все сорта включены в селекционный процесс. Отобранные сорта барбариса различаются по высоте, форме куста, окраске листьев. Начало цветения наблюдается в конце апреля — начале мая и продолжается в среднем три недели. Среди сортов ежегодным цветением и плодоношением отличаются *Admiration*, *Atropurpurea*, *Aurea*, *Bagatelle*.

Впервые в 2008 году провели посев семян, полученных от свободного опыления *Berberis thunbergii* cv. *Atropurpurea*. Двухлетние сеянцы в количестве 1200 шт. пересажены на экспериментальный участок. В 2012 году методом искусственного отбора из них были выделены 11 наиболее декоративных гибридных сеянцев с набором признаков, соответствующих заданной модели сорта.

Для проведения дальнейшего изучения выделенные гибриды размножены вегетативно методом зеленого черенкования. По достижении растениями трехлетнего возраста начали изучение биоморфологических и декоративных качеств, устойчивости в культуре и способов размножения отобранных гибридов. На основании полученных

Таблица 1. Морфометрическая характеристика сортов барбариса Тунберга

Table 1. Morphometric characteristics of *Berberis thunbergii* varieties

Сорт	Возраст, лет	Высота, см	Диаметр кроны, см	Форма кроны	Побеги	Окраска листа	Сила роста
Admiration	17	40 ± 5,1	50 ± 4,4	подушковидная	прямые	пурпурная	слаборослый
Atropurpurea	20	150 ± 5,6	180 ± 5,4	раскидистая	дугообразные	пурпурная	среднерослый
Aurea	20	70 ± 5,5	60 ± 4,0	раскидистая	дугообразные	желтая	слаборослый
Bagatelle	10	30 ± 1,9	40 ± 5,2	подушковидная	прямые	коричнево-красная	слаборослый
Bonansa Gold	9	20 ± 1,5	30 ± 2,4	подушковидная	прямые	желтая	слаборослый
Erecta	11	90 ± 4,0	50 ± 4,8	узкопирамидальная	вертикальные	зеленая	среднерослый
Golden Rocket	7	70 ± 3,0	30 ± 2,0	узкопирамидальная	вертикальные	желтая	среднерослый
Helmond Pillar	7	80 ± 3,7	30 ± 2,1	узкопирамидальная	вертикальные	фиолетово-красная	среднерослый

³ Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных культур // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М.: Наука. 1978; 7–31.

⁴ Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР. 1973; 7–67.

⁵ Плотникова Л.С., Хромова Т.В. Размножение древесных растений черенками. Москва. 1981; 56.

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.

Таблица 2. Хозяйственно-биологическая характеристика новых сортов барбариса
Table 2. Economic and biological characteristics of new barberry varieties

Показатели	Новые сорта	
	Руслан	Стёпка
Возраст, лет	10	10
Высота и диаметр куста, см	120 x 90	90 x 130
Форма куста	компактная, с вертикальными слегка изогнутыми в верхней части побегами	раскидистый, шаровидной формы, с дугообразными побегами
Особенности листьев: форма	широко-эллиптическая	широко-эллиптическая
окраска	коричнево-пурпурная	пурпурно-красная
Окраска побегов	красная	красная
Форма соцветия	кисть	кисть
Календарные даты цветения:		
а) начало	а) 30.04–07.05	а) 29.04–06.05 (вегетативный, разными побегами)
б) массовое	б) 04–10.05	б) 03–10.05
в) конец	в) 21–27.05	в) 21–27.05
Цветение	обильное	обильное
Декоративность плодов	средняя, не осыпаются	средняя, не осыпаются
Степень устойчивости к болезням (мучнистая роса, ржавчина)	сильная	сильная
Зимостойкость	зимостойкий	зимостойкий
Жароустойчивость	сильная	сильная
Засухоустойчивость	сильная	сильная
Способ размножения	вегетативный	вегетативный

результатов исследований в 2020 году два гибридных образца переданы в Госсорткомиссию. В 2022 году получены патенты и авторские свидетельства на сорта Руслан⁷ и Стёпка⁸. Новые сорта обладают высокой декоративностью, адаптивностью, морозостойкостью и повышенной жаро- и засухоустойчивостью (табл. 2).

Декоративные особенности и использование барбариса сорта Руслан (автор Л.П. Чебанная): раннего срока цветения, побеги вертикальные, в верхней части слегка изогнуты наружу. Листья широкоэллиптические, коричнево-пурпурные, глянцевые, с зеленой окантовкой по краю. Шипы короткие, одиночные. Цветки желтые, плоды шаровидные, темно-красные, без воскового налета. Сорт среднерослый. Рекомендуется для использования в озеленении улиц, скверов, садов и парков в качестве неприхотливого кустарника при создании зеленых изгородей, стриженных бордюров, в солитерных и групповых посадках, миксбордерах, на газонах (рис. 1).

Декоративные особенности и использование барбариса сорта Стёпка (автор Л.П. Чебанная): раннего срока цветения, форма куста шаровидная, листья широкоэллиптические,

Рис. 1. Барбарис Тунберга Руслан: габитус (А), вегетативные и генеративные органы (Б). Фото Л.П. Чебанной

Fig. 1. *Berberis thunbergii* Ruslan: habitus (A), vegetative and generative organs (B). Photo by L.P. Chebannaya

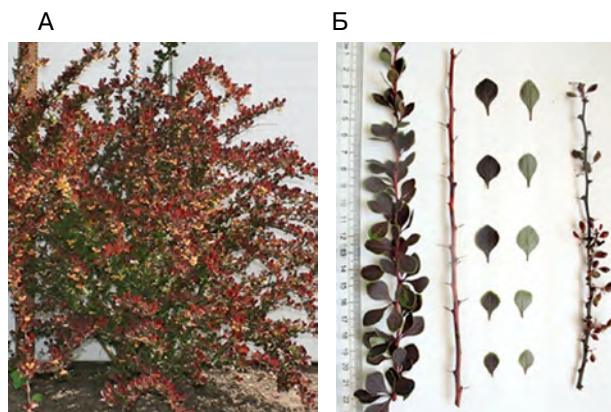


Рис. 2. Барбарис Тунберга Стёпка: габитус (А), вегетативные и генеративные органы (Б). Фото Л.П. Чебанной

Fig. 2. *Berberis thunbergii* Styopka: habitus (A), vegetative and generative organs (B). Photo by L.P. Chebannaya



пурпурно-красные, с желтой окантовкой по краю. Осенняя окраска более яркая. Шипы короткие, одиночные. Цветки желтые, плоды шаровидные, темно-красные, без воскового налета. Сорт среднерослый. Рекомендуется для создания зеленых изгородей, невысоких бордюров, в одиночных и групповых посадках с хвойными и лиственными породами деревьев и кустарников, миксбордерах, на газонах (рис. 2).

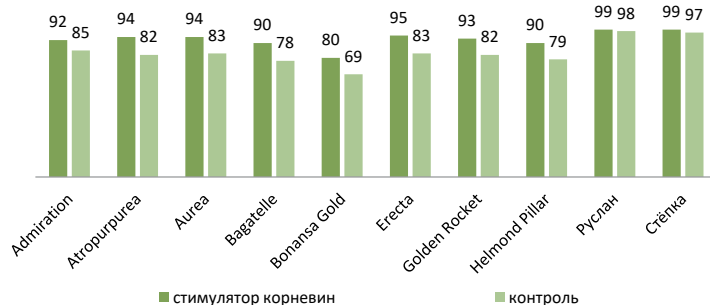
Существенным фактором оценки устойчивости при интродукционном испытании является зимостойкость, которая считается наследственным свойством генотипа противостоять комплексу неблагоприятных зимних условий [7]. По многолетним данным оценки зимостойкости 10 исследуемых сортов барбариса, выпад растений в коллекции, связанный с неблагоприятными погодными условиями, не отмечен. Изучаемые сорта показали полное отсутствие повреждений морозами. Все сорта барбариса высокостойчивые, поражений вредителями и болезнями не обнаружено. Интродукция декоративных кустарников и введение их в практику зеленого строительства предусматривают разработку приемов и методов их размножения.

⁷Чебанная Л.П. Патент на селекционное достижение RUS 11943. Барбарис Руслан. Опубликовано 25.01.2022.

⁸Чебанная Л.П. Патент на селекционное достижение RUS 11944. Барбарис Стёпка. Опубликовано 25.01.2022.

Рис. 3. Регенеративная способность зеленых черенков барбариса с использованием стимулятора роста, %

Fig. 3. Regenerative ability of green barberry cuttings using a growth stimulator, %



Из испытанных методов вегетативного размножения наиболее рациональным является зеленое черенкование, которое дает возможность увеличить выход черенков с одного маточного растения и существенно (в 4–5 раз) сократить площади маточников [8]. Эта технология обеспечивает не только высокий коэффициент размножения, но и более короткий период выращивания. Эффективность укоренения черенков в опыте обусловлена биологическими особенностями маточных растений, фазами их роста и развития [9].

Даты черенкования в разные годы отличаются и зависят от степени созревания побегов [10] (как правило, в наших условиях это II декада июля). Для стимуляции процессов регенерации придаточных корней у стеблевых черенков барбариса проводили опудривание базальных частей «Корневином» — регулятором роста ауксинового типа (4-(индол-3-ил) масляная кислота). Выкопку (с последующим анализом укорененных черенков исследуемых сортов) проводили весной — после перезимовки черенков в парнике. Процент укоренения у разных сортов с применением стимулятора роста «Корневин» составил 80–99%, в контроле (вода) — 69–98%. Продолжительность периода корнеобразования исследуемых сортов варьировала от 18 до 28 дней. У большинства сортов процент укоренения черенков с применением регулятора роста был выше на 11–12%. Сорта собственной селекции Руслан и Стёпка имели высокий процент укоренения в обоих вариантах — 97–99% (рис. 3).

Длина корней исследуемых сортов в среднем, составляла 7–16 см (в зависимости от сорта), у низкорослых сортов она не превышала 8 см. Наибольшее количество корней наблюдалось у сорта Руслан — 25, у Стёпки — 18, у остальных — от 5 до 14 шт. Отрастания побегов в период

укоренения не отмечено, за исключением сорта Руслан (30% черенков имели побеги высотой 10–15 см).

Успех интродукции растений в первую очередь зависит от степени адаптации интродуцентов к новым экологическим условиям [11]. На основании многолетних данных установлено, что общая почвенно-климатическая характеристика района интродукции благоприятна для выращивания декоративных кустарников умеренной зоны и (частично) южных областей [12].

По данным визуальных наблюдений проведена интегральная оценка жизнеспособности и перспективности изучаемых сортов. По всем показателям, принятым для оценки, 8 сортов получили от 77 до 88 баллов и отнесены к перспективной группе. Сорта местной селекции Руслан и Стёпка набрали 95 баллов (вполне перспективные и, помимо высокой декоративности, характеризуются хорошей побегообразовательной способностью, ежегодно цветут и плодоносят, легко размножаются вегетативно). С 2022 года новые сорта переданы в производство и активно используются в садово-парковом озеленении города и края.

Выводы/Conclusions

В результате многолетних интродукционных и селекционных исследований для использования в озеленении выделен ассортимент, включающий 8 сортов барбариса зарубежной селекции и 2 сорта, созданные автором на их основе (патентообладатель ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»). Изученные сорта отличаются по высоте, форме куста, окраске листьев, что раскрывает широкие возможности использования их в ландшафтном дизайне.

Испытанный метод вегетативного размножения барбариса зелеными черенками с применением стимулятора роста «Корневин» позволяет получать высокий процент укорененных растений и может с успехом использоваться для массового размножения. Введение в культуру новых сортов Руслан и Стёпка, обладающих широким набором декоративных качеств, высокими адаптационными возможностями, большим разнообразием морфологических признаков, позволит расширить дополнительный ассортимент кустарников для использования в озеленении городов Ставропольского края и других регионов РФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нелидова Л.А., Миннихметов И.С., Мурзабулатов Б.С. Использование интродуцированных растений для озеленения и экологизации Республики Башкортостан. *Российский электронный научный журнал*. 2019; (2): 158–166. <https://www.elibrary.ru/zgdfft>
2. Глазкрицкая И.В., Мироненко Е.В. Использование барбариса Тунберга в ландшафтном дизайне г. Брянска. Инструменты и механизмы современного инновационного развития. *Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Уфа: Аэтерна. 2017; 2: 20–22. <https://www.elibrary.ru/zvwhcr>
3. Silander J.A., Klepeis D.M. The Invasion Ecology of Japanese Barberry (*Berberis thunbergii*) in the New England Landscape. *Biological Invasions*. 1999; 1(2–3): 189–201. <https://doi.org/10.1023/A:1010024202294>
4. Котов А.А., Шпитальная Т.В. Оценка перспективных интродуцированных в Республику Беларусь древесных и кустарниковых растений родов *Berberis*, *Deutzia*, *Hydrangea*, *Forsythia*, *Philadelphus*, *Physocarpus*. Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры. *Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси*. Минск: Белтаможсервис. 2022; 1: 173–175. <https://www.elibrary.ru/nweeed>
5. Konijnendijk C.C., Randrup T.B., Nilsson K. Urban forestry research in Europe: an overview. *Journal of Arboriculture*. 2000; 26(3): 152–161. <https://doi.org/10.48044/jauf.2000.018>
6. Чебанная Л.П. Интродукция сортов чубушника (*Philadelphus* L.) селекции Н.К. Вехова в Ставропольском ботаническом саду. *Аграрная наука*. 2024; (8): 177–181. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-177-181>
7. Чукуриди С.С., Салфетников А.А., Грекова И.В., Савенко А.В. Итоги изучения зимостойкости и морозоустойчивости декоративных кустарников рода *Weigela* Thunb. и рода *Philadelphus* L. в условиях Краснодара. *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2021; 17(3): 37–41. <https://www.elibrary.ru/jbmufi>
8. Аладина О.Н. Оптимизация технологии зеленого черенкования садовых растений. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2013; (4): 5–22. <https://www.elibrary.ru/rclysr>
9. Шакина Т.Н. Особенности размножения декоративных кустарников черенками в условиях г. Саратова. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. *Сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции*. Барнаул: Изд-во АлтГУ. 2017; 16: 327–331.
10. Фещенко Е.М., Лохова А.И. Влияние фазы развития маточного растения на укореняемость черенков декоративных культур в условиях Южного Урала. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (4): 80–86. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-96-4-80-86>
11. Скупченко Л.А. Онтогенетическое развитие видов барбариса при интродукции в Республике Коми. *Лесоведение*. 2010; (1): 38–45. <https://www.elibrary.ru/lozqjj>
12. Чебанная Л.П. Интродукция сортов чубушника (*Philadelphus* L.) селекции Н.К. Вехова в Ставропольском ботаническом саду. *Аграрная наука*. 2024; 1(8): 177–181. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-177-181>

ОБ АВТОРАХ

Любовь Петровна Чебанная

старший научный сотрудник лаборатории дендрологии
bot.sad@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3612-3614>
Author ID: 785024

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,
ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край,
356241, Россия

REFERENCES

1. Nelidova L.A., Minniakhmetov I.S., Murzabulatov B.S. The use of introduced plants for landscaping and greening of the Republic of Bashkortostan. *Rossiyskiy elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2019; (2): 158–166 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zgdfft>
2. Glazkritskaya I.V., Mironenko E.V. The use of Thunberg's barberry in the Bryansk landshift design. *Tools and mechanisms of modern innovative development. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference*. Ufa: Aeterna. 2017; 2: 20–22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zvwhcr>
3. Silander J.A., Klepeis D.M. The Invasion Ecology of Japanese Barberry (*Berberis thunbergii*) in the New England Landscape. *Biological Invasions*. 1999; 1(2–3): 189–201. <https://doi.org/10.1023/A:1010024202294>
4. Kotov A.A., Shpitalnaya T.V. Evaluation of promising woody and shrubby plants of the genera *Berberis*, *Deutzia*, *Hydrangea*, *Forsythia*, *Philadelphus*, *Physocarpus* introduced to the Republic of Belarus. *Introduction, conservation and use of biological diversity of flora. Proceedings of the International scientific conference dedicated to the 90th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus*. Minsk: Beltamozhservis. 2022; 1: 173–175 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/nweeed>
5. Konijnendijk C.C., Randrup T.B., Nilsson K. Urban forestry research in Europe: an overview. *Journal of Arboriculture*. 2000; 26(3): 152–161. <https://doi.org/10.48044/jauf.2000.018>
6. Chebannaya L.P. Introduction of varieties of chubushnik (*Philadelphus* L.) selected by N.K. Vekhov in the Stavropol Botanical Garden. *Agrarian science*. 2024; (8): 177–181 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-177-181>
7. Chukuridi S.S., Salfetnikov A.A., Grekova I.V., Savenko A.V. Results of studying winter resistance and frost resistance decorative shrubs of the genus *Weigela* Thunb. and of the genus *Philadelphus* L. in the conditions of the City of Krasnodar. *The North Caucasus ecological herald*. 2021; 17(3): 37–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jbmufi>
8. Aladina O.N. Optimization of propagation technology of garden plants by herbaceous cuttings. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2013; (4): 5–22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rclysr>
9. Shakina T.N. Features of reproduction of ornamental shrubs by cuttings in the conditions of the city of Saratov. *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia. Collection of scientific articles based on the materials of the XVI International Scientific and Practical Conference*. Barnaul: Altai State University publ. 2017; 16: 327–331 (in Russian).
10. Feshchenko E.M., Likhova A.I. The influence of the development phase of the mother plant on the rootability of cuttings of ornamental crops in the conditions of the Southern Urals. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; (4): 80–86 (in Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-96-4-80-86>
11. Skupchenko L.A. Ontogenesis of barberry species in their introduction in the Republic of Komi. *Russian Journal of Forest Science*. 2010; (1): 38–45 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lozqjj>
12. Chebannaya L.P. Introduction of varieties of chubushnik (*Philadelphus* L.) selected by N.K. Vekhov in the Stavropol Botanical Garden. *Agrarian science*. 2024; 1(8): 177–181. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-177-181>

ABOUT THE AUTHORS

Lubov Petrovna Chebannaya

Senior Researcher at the Dendrology Laboratory
bot.sad@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3612-3614>
Author ID: 785024

North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center,
49 Nikonova Str., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, 356241,
Russia

УДК 631.17.631.147

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-141-147

А.Ю. Брюханов

Э.В. Васильев

В.И. Базыкин

Е.В. Шалавина ✉

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) — филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

✉ shalavinaev@mail.ru

Поступила в редакцию: 02.03.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 25.04.2025

© Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Базыкин В.И., Шалавина Е.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-141-147

Alexander Yu. Bryukhanov

Eduard V. Vasiliev

Valentin I. Bazykin

Ekaterina V. Shalavina ✉

Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint Petersburg, Russia

✉ shalavinaev@mail.ru

Received by the editorial office: 02.03.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 25.04.2025

© Bryukhanov A.Yu., Vasiliev E.V., Bazykin V.I., Shalavina E.V.

Оценка концентраций климатически активных веществ в выбросах при переработке твердых побочных продуктов животноводства

РЕЗЮМЕ

Вопрос получения достоверных данных по значениям выбросов парниковых газов в животноводстве становится всё более актуальным. Фактические замеры концентраций парниковых газов от побочных продуктов животноводства позволяют уточнить данные, подаваемые в Национальный доклад о кадастре.

Цель исследования — определение концентрации климатически активных веществ в выбросах от твердых побочных продуктов животноводства на экспериментальной лабораторной установке.

Все виды побочных продуктов животноводства для исследования были отобраны в крупных сельскохозяйственных организациях. В качестве исходного сырья были взяты побочные продукты животноводства в виде подстилочного куриного помета, твердой фракции свиного навоза и твердой фракции навоза КРС. Концентрации климатически активных веществ в выбросах исследовали на экспериментальной лабораторной установке, разработанной в ИАЭП — филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, имитирующей температурные режимы процесса компостирования и операции периодической аэрации. Концентрации CO_2 , CH_4 , H_2S , и NH_3 измеряли на четырехканальном газоанализаторе «ЭЛАН плюс». Концентрации закиси азота в газовой смеси определяли в лаборатории Агрофизического научно-исследовательского института в газовом хроматографе «Кристаллюкс-4000М». Полученные результаты были обработаны методом математической статистики. Результаты исследования показали потенциал созданной лабораторной установки для получения репрезентативных данных по эмиссии климатически активных веществ из побочных продуктов животноводства, сопоставимых с результатами других исследований в данной области.

Ключевые слова: парниковые газы, побочные продукты животноводства, концентрация, помет, навоз

Для цитирования: Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Базыкин В.И., Шалавина Е.В. Оценка концентраций климатически активных веществ в выбросах при переработке твердых побочных продуктов животноводства. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 141–147. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-141-147>

Estimation of concentrations of climate-active substances in emissions from processing of solid animal by-products

ABSTRACT

The need to obtain reliable data on greenhouse gas emissions from the livestock sector is becoming increasingly urgent. Actual measurement of gas concentrations from animal by-products will improve the accuracy of data submitted to the National Inventory Report.

The aim of the study was to determine the concentration of climatically active substances in emissions from solid by-products of animal husbandry at an experimental laboratory facility.

All types of animal by-products studied came from large agricultural organisations. The initial raw material for the study was animal by-products as bedding poultry manure, solid fraction of pig manure and solid fraction of cattle manure. Concentrations of climate-active substances in emissions were investigated on the experimental laboratory set-up designed at IEEP — branch of FSAC VIM, simulating temperature conditions of composting and periodic aeration operation. a four-channel ELAN plus gas analyser measured the concentrations of CO_2 , CH_4 , H_2S and NH_3 . The concentration of nitrous oxide in the gas-air mixture was determined in the laboratory of the Agrophysical Research Institute using a “Kristalluks-4000M” gas chromatograph. The obtained results were analysed by the method of mathematical statistics. The results of the study proved the potential of the designed laboratory facility to provide a representative data on emissions of climate-active substances from animal by-products, comparable to the results of other studies in this field.

Key words: greenhouse gases, animal by-products, concentration, poultry manure, farm animal manure

For citation: Bryukhanov A.Yu., Vasiliev E.V., Bazykin V.I., Shalavina E.V. Estimation of concentrations of climate-active substances in emissions from processing of solid animal by-products. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 141–147 (in Russian).. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-141-147>

Введение/Introduction

Сельскохозяйственное производство является неотъемлемой частью экономики Российской Федерации, обеспечивающей ее продовольственную безопасность [1–3]. Согласно опубликованному Национальному докладу о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом (далее — Кадастр парниковых газов), в 2022 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 102 339 тыс. т CO₂-экв., что соответствует 55,8% уровня 1990 года (231 711 тыс. т CO₂-экв.)¹.

Вопрос получения достоверных данных по значениям выбросов парниковых газов становится всё более актуальным в современном мире [4, 5]. Сельскохозяйственная отрасль вносит свой вклад в нагрузку по эмиссиям от животноводства и растениеводства [6, 7], особенно от систем переработки навоза и помета [8, 9]. Грамотное проектирование технологий по переработке отходов позволит снизить эмиссии и уменьшить неприятные запахи [10, 11].

В целом в птицеводстве Российской Федерации увеличивается доля системы хранения помета «Сухое хранение» (по методике МГЭИК) — длительное выдерживание сухого помета на специализированной гидроизолированной площадке, заменяя технологию хранения «навалом» на полевой площадке, которая запрещена федеральным законом № 248-ФЗ [12].

В свиноводстве Российской Федерации идет тенденция к разделению свиного навоза на фракции, что приводит к росту объемов переработки жидкой фракции навоза методом длительного выдерживания и увеличением доли технологии пассивного компостирования. Применяемые технологии переработки навоза и помета влияют на эмиссии парниковых газов [12]. Необходимо разработать эффективные методы для максимально точного определения численных значений эмиссии парниковых газов от применяемых систем переработки навоза и помета.

Для проведения замеров и имитации реальных режимов переработки навоза и помета в

ИАЭП — филиале ФНАЦ ВИМ разработана экспериментальная установка. На ней возможно проведение замеров климатически активных веществ в режиме реального времени на различных видах навоза и помета. Установка позволяет имитировать следующие технологии переработки: длительное выдерживание твердого навоза (помета); длительное выдерживание жидкого навоза; активное компостирование; пассивное компостирование. В данном исследовании в качестве исходного материала выбран твердый ППЖ: ППЖ на основе подстилочного помета; ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза; ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС.

Цель исследования — определение концентрации климатически активных веществ в выбросах от переработанного твердого побочного продукта животноводства на экспериментальной лабораторной установке.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Все виды побочных продуктов животноводства (ППЖ), подлежащие исследованию, были отобраны в крупных сельскохозяйственных организациях со специализированной площадки переработки. Время отбора проб — июнь 2024 года, место отбора проб — свиноводческий комплекс, птицефабрика и комплекс крупного рогатого скота. Все предприятия расположены в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО). В качестве исходного для исследования сырья были взяты ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза, твердой фракции навоза КРС и подстилочного помета, перерабатываемые технологией активного компостирования (без добавления влагопоглощающего материала)². Все отобранные материалы были переданы в научно-исследовательскую лабораторию аналитических методов инженерной экологии Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (г. Санкт-Петербург) для проведения лабораторных исследований (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики исследуемого ППЖ

Table 1. Characteristics of animal-by-products under study

Вид переработанного ППЖ	Влажность, % ГОСТ 26713-85 ³	Углерод, % на н. в. ГОСТ 27980-88 ⁴	Общий азот, % на н. в. ГОСТ 26715-85 ⁵
ППЖ на основе подстилочного помета	68,21	12,1	0,69
ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза	71,11	12,3	0,49
ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС	79,57	9,1	0,28

¹ Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2022 гг. М.: Росгидромет, ФГБУ «ИГКЭ». 2024; 406.

² Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета РД-АПК 1.10.15.02-17* <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/947/9476bd749ba5f126523c309546fe7e44.pdf?ysclid=m8cxf5qgj6897018537> (дата обращения: 17.03.2025).

³ ГОСТ 26713-85 Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка. <https://internet-law.ru/gosts/gost/29999/?ysclid=m8cxi12uscq146301893> (дата обращения: 17.03.2025).

⁴ ГОСТ 27980-88 Удобрения органические. Методы определения органического вещества. <https://internet-law.ru/gosts/gost/11598/> (дата обращения: 17.03.2025).

⁵ ГОСТ 26715-85 Удобрения органические. Методы определения общего азота. <https://internet-law.ru/gosts/gost/20140/> (дата обращения: 17.03.2025).

Исследование эмиссии проводили на экспериментальной лабораторной установке, разработанной в ИАЭП — филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (рис. 1), имитирующей естественные условия, характеризующие технологию активного аэробного компостирования с периодическим перемешиванием материала.

Лабораторная экспериментальная установка состояла из каркаса и герметичной камеры. Герметичная камера включала в себя верхнюю часть, в которой были размещены два миксера и инфракрасный нагреватель ЕСР-3 с термопарой (ООО «Полимернагрев», Россия), и нижнюю часть из нержавеющей стали, выполняющую функцию навозохранилища.

В рамках исследования были проведены замеры концентрации газов в соответствии с таблицей 2.

Исследования по определению концентрации закиси азота в газовой смеси проводили в лаборатории Агрофизического научно-исследовательского института в газовом хроматографе «Кристаллюкс-4000М». Отбор пробы закиси азота производили одновременно с отбором проб остальных газов с помощью шприца в подготовленном месте воздуховода. Пробу закачивали в 15 мл пенициллиновый флакон путем вытеснения из него воздуха. После этого флакон пломбировали алюминиевым колпачком и передавали на исследование в хроматографе.

Замеры концентрации газов в ППЖ осуществляли в четырех режимах:

- режим 1 — при достижении температуры ППЖ 24–27 °С;
- режим 2 — при достижении температуры ППЖ 28–30 °С;
- режим 3 — при достижении температуры ППЖ 41–42 °С (мезофильный период);
- режим 4 — при достижении температуры ППЖ 57–58 °С (термофильный период).

Режимы исследования обоснованы необходимостью выявления закономерностей выделения газов в зависимости от температуры материала и фазы компостирования.

При режиме 1 имитируется первая фаза активного компостирования, когда материал сгружен в бурты. На режиме 2 происходит саморазогрев материала в течение непродолжительного промежутка времени. На режимах 3 и 4 материал принудительно подогревают до необходимой температуры и периодически перемешивают для равномерного разогрева с целью имитации мезофильного и термофильного периодов соответственно.

Загрузку ППЖ в установку осуществляли партиями. Каждую партию перед загрузкой взвешивали на весах ВСН-15-0,5-3 ±5 г («Вессервис» («Невские весы», Россия, поверка 05.2024 г.) (рис. 2).

Постоянную имитацию среды при переработке методом компостирования внутри камеры обеспечивали за счет движения потоков воздуха

Рис. 1. Общий вид экспериментальной лабораторной установки. Фото ИАЭП. г. Санкт-Петербург. 2024 г.

Fig. 1. General view of the experimental laboratory set-up. Photo IEEP. St. Petersburg. 2024



Таблица 2. Проводимые замеры концентрации
Table 2. Measurements of concentrations

Вид переработанного ППЖ / метод определения значений	CO ₂	CH ₄	H ₂ S	NH ₃	N ₂ O
	4-канальный газоанализатор «ЭЛАН плюс» (ООО «НПП «ГазоАналит», Россия)				Газовый хроматограф «Кристаллюкс-4000М» (ООО «Техногарант-ТЦ», Россия)
ППЖ на основе подстилочного помета	+	+	+	+	+
ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза	+	+	+	+	–
ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС	+	+	+	+	+

Рис. 2. Процесс взвешивания переработанного ППЖ и загрузки его в камеру. Фото ИАЭП. г. Санкт-Петербург. 2024 г.

Fig. 2. Weighing of processed animal by-product and loading it into the chamber. Photo IEEP. St. Petersburg. 2024



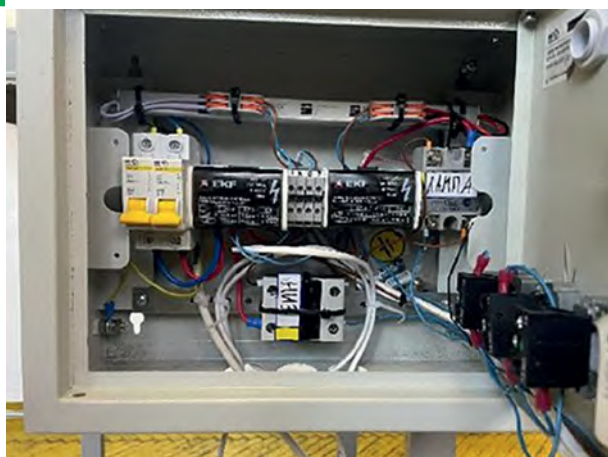
посредством приточного и вытяжного вентиляторов, которые были оснащены частотными преобразователями для задания необходимой частоты вращения. Это обеспечивало установку, поддержание и контроль необходимой скорости движения воздуха внутри камеры. Общий вид шкафа управления с выключателями нагревательных элементов и регуляторами скорости вращения вентиляторов представлен на рисунке 3.

Частота вращения вентиляторов была установлена исходя из условия обеспечения необходимого воздушного потока, сопоставимого со среднегодовой скоростью ветра в регионах расположения сельскохозяйственных организаций, предоставивших материал для исследований.

Замеры концентраций всех газов (табл. 2) осуществляли в трех повторностях для каждого из

Рис. 3. Общий вид шкафа управления экспериментальной установкой. Фото ИАЭП. г. Санкт-Петербург. 2024 г.

Fig. 3. General view of the control cabinet of the experimental set-up. Photo IEEP. St. Petersburg. 2024



четырёх режимов. Измерения проводили в соответствии с общепринятыми методиками⁶⁻⁹ и руководством по эксплуатации¹⁰. Через отверстие в вытяжном трубопроводе, прикрепленном к верхней части герметичной камеры, в трубопровод вводили пробоотборный зонд ПЗ 1.2 (ООО «НИКИ МЛТ+», Россия), соединенный с газоанализатором посредством второпластовых трубок (рис. 4). Переработанный ППЖ не вступал в реакцию с применяемыми материалами, что способствовало получению адекватных результатов исследования.

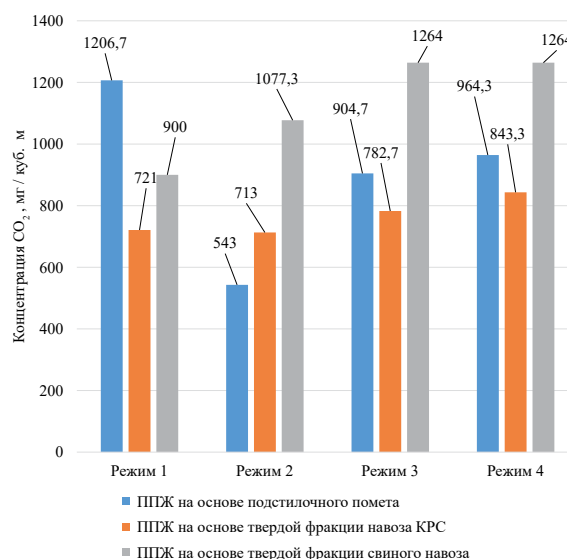
Полученные данные были обработаны методами математической статистики в программе Microsoft Excel 2019 (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полученные результаты исследований по обращению с ППЖ на основе подстильного помета и твердой фракции свиного навоза справедливы для всех природно-климатических зон РФ. Это обусловлено тем, что в промышленном свиноводстве и птицеводстве применяются типовые технологии содержания и кормления животных и птицы, вследствие чего образующие ППЖ в разных регионах имеют сопоставимые характеристики. Что касается ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС, то в зависимости от региона РФ применяются различные технологии содержания (выгульная и безвыгульная системы

Рис. 4. Результаты замера концентрации CO_2 в эмиссиях от ППЖ, перерабатываемом технологией активного компостирования

Fig. 4. Measurement results of CO_2 concentration in emissions from animal by products processed by active composting



содержания) и рационы кормления животных. В связи с этим образующий ППЖ по своим характеристикам может отличаться в зависимости от региона. Следовательно, полученные результаты по обращению с ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС можно экстраполировать на регионы с преобладанием безвыгульной системы содержания КРС.

Результаты замера CO_2 , CH_4 , H_2S , и NH_3 и N_2O представлены на рисунках 4–8. Средние концентрации веществ в помещении при исследовании ППЖ представлены в таблице 3.

Результаты замеров CO_2 показывают, что наибольшую концентрацию (1206,7 мг/м³) наблюдали через 1 час после загрузки ППЖ на основе подстильного куриного помета (режим 1). В целом для ППЖ на основе подстильного куриного помета и твердой фракции навоза КРС при разогреве материала концентрация газов сначала снижалась

Таблица 3. Средние концентрации веществ в помещении нахождения лабораторной установки при исследовании ППЖ

Table 3. Average concentrations of substances in the room where the experimental laboratory set-up is located during the study of animal by-products

Вид переработанного ППЖ / газ	CO_2 , мг/м³	CH_4 , %	H_2S , мг/м³	NH_3 , мг/м³
ППЖ на основе подстильного помета	$475,3 \pm 67,8$	$0,03 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01$	$1,8 \pm 0,5$
ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза	718 ± 5	$0,02 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,04$	$1,83 \pm 0,12$
ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС	$449,5 \pm 92,5$	$0,03 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,05$	$1,18 \pm 0,27$

⁶ ГОСТ 13320-81 Газоанализаторы промышленные автоматические. Общие технические условия. <https://internet-law.ru/gosts/gost/30223/?ysclid=m8scu1eg1ng820992071> (дата обращения: 24.03.2025).

⁷ ГОСТ 17.2.4.08 Охрана природы. Атмосфера. Методы определения влажности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. <https://internet-law.ru/gosts/gost/10715/?ysclid=m8mwwsd7z6843413802> (дата обращения: 24.03.2025).

⁸ ГОСТ Р ЕН 15259 Качество воздуха. Выбросы стационарных источников. Требования к выбору измерительных секций и мест измерений, цели и плану измерений и составлению отчета. <https://internet-law.ru/gosts/gost/65986/?ysclid=m8mwyqcsd846981615> (дата обращения: 24.03.2025).

⁹ ГОСТ 17.2.4.06 Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. <https://internet-law.ru/gosts/gost/19261/?ysclid=m8mwyvshoy387350265> (дата обращения: 24.03.2025).

¹⁰ Газоанализаторы «ЭЛАН плюс». <https://ekosf.ru/wp-content/uploads/2020/08/elan-plyus-re-2021.pdf>

(до 543 мг/м³ и 713 мг/м³ соответственно), а при нагреве сырья более 55 °С повышалась до 964 мг/м³ и 843 мг/м³ соответственно. Замеры концентрации CO₂ от ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза показали, что в процессе нагрева сырья концентрации возрастали с 900 до 1264 мг/м³.

Результаты замера CH₄ показывают, что для ППЖ на основе подстильного помета с повышением температуры концентрация в эмиссии падает с 0,08 до 0,03%. Для ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС и твердой фракции свиного навоза концентрация в эмиссии возрастает, соответственно, с 0,023% и 0,02% до 0,03%.

Результаты замера H₂S показывают, что его концентрация растет с подъемом температуры сырья: на 116,7% — для ППЖ на основе подстильного помета, на 67,9% — для ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС, на 69,9% — для ППЖ на основе твердой фракции свиного навоза.

Результаты замера NH₃ показывают, что для ППЖ на основе подстильного помета концентрации при режиме 2 снижаются с 33,97 до 15,93 мг/м³, а потом возрастают до 42,5 мг/м³. Концентрации в эмиссии от ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС и твердой фракции свиного навоза с разогревом

сырья растут с 11,1 до 16,2 мг/м³ и с 7,72 до 20,1 мг/м³ соответственно.

Концентрация N₂O для переработанного ППЖ в основе подстильного помета выше концентрации в помещении проведения исследования на режимах 1, 2, 3 и 4 на величину в 63%, 53%, 81% и 169% соответственно. В целом при обработке результатов исследований было выявлено, что в зависимости от режима исследования и изменения температуры материала наиболее интенсивно изменялись показания концентрации H₂S и NH₃.

Исследования показали, что после загрузки сырья (подстильного помета, твердой фракции навоза КРС и твердой фракции свиного навоза) через 1 час концентрации всех газов снижаются, далее по мере разогрева сырья (увеличение температуры сырья) значения концентраций для всех исследуемых газов увеличиваются. Это подтверждает тот факт, что при естественном саморазогреве сырья в процессе компостирования концентрации газов увеличиваются.

Учеными из США были проведены исследования по определению эмиссии закиси азота от почв после внесения на них переработанного свиного навоза [13]. Результаты исследования показали, что в зависимости от времени после внесения

Рис. 5. Результаты замера концентрации CH₄ в эмиссиях от ППЖ, перерабатываемом технологией активного компостирования

Fig. 5. Measurement results of CH₄ concentration in emissions from animal by-products processed by active composting

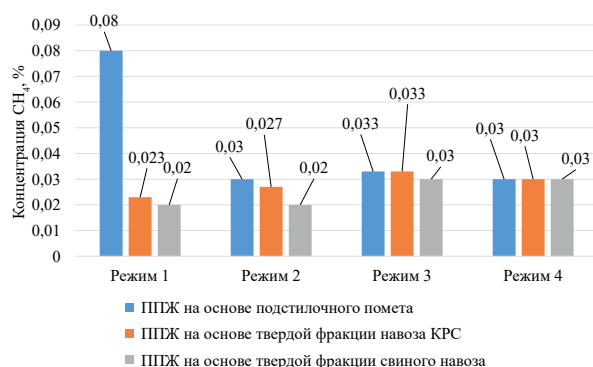


Рис. 6. Результаты замера концентрации H₂S в эмиссиях от ППЖ, перерабатываемом технологией активного компостирования

Fig. 6. Measurement results of H₂S concentration in emissions from animal by-products processed by active composting

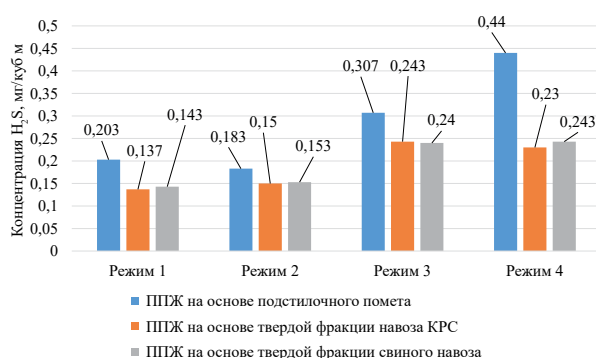


Рис. 7. Результаты замера концентрации NH₃ в эмиссиях от ППЖ, перерабатываемом технологией активного компостирования

Fig. 7. Results of NH₃ concentration measurement in emissions from animal by-products processed by active composting

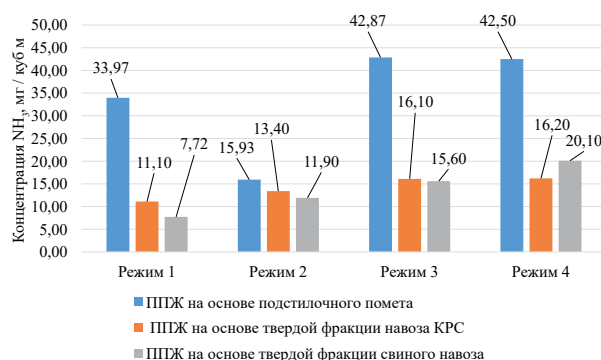
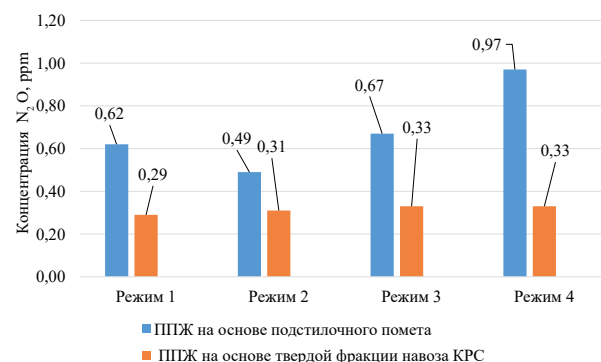


Рис. 8. Результаты замера N₂O в эмиссиях от ППЖ, перерабатываемом технологией активного компостирования

Fig. 8. Results of N₂O measurement in emissions from animal by-products processed by active composting



(0,1–0,8 ч.), концентрация закиси азота в эмиссиях менялась от 0,4 до 2,3 ppm. Значения авторов находятся в диапазоне 0,29–0,97 ppm.

При сравнении результатов по концентрации аммиака наблюдали сходимость значений. Учеными из Нидерландов были проведены исследования по оценке эмиссии аммиака после внесения переработанного навоза в почву [14]. В зависимости от высоты замера (от 0 до 4 м над уровнем почвы) концентрации аммиака составили от 17 до 68 мг/м³. В исследованиях авторов концентрация аммиака для ППЖ на основе твердой фракции навоза КРС составила $2,19 \pm 0,71$ мг/м³, в аналогичных исследованиях — от 2,4 до 4,8 мг/м³ [8, 15].

Учеными из Малайзии были проведены исследования по определению концентраций метана и углекислого газа от свежего навоза коров [16]. Концентрация метана в эмиссиях от навоза коров (возраст коровы 10 лет) в зависимости от длительности проведения исследования (от 0 до 8 сут.) составила от 0 до 3,02%. В исследованиях авторов концентрация метана находится в диапазоне $0,02 \pm 0,01\%$. В целом имеется значительный разброс по полученным результатам.

Выводы/Conclusions

Определены концентрации климатически активных веществ в выбросах от твердых побочных продуктов животноводства (подстилочного помета, твердой фракции навоза КРС и твердой фракции свиного навоза) на экспериментальной лабораторной установке: концентрация CO₂ находилась в диапазоне от 543 до 1264 мг/м³, концентрация CH₄ — в диапазоне 0,02–0,033%, концентрация H₂S — в диапазоне 0,137–0,44 мг/м³, концентрация NH₃ — в диапазоне 7,72–42,87 мг/м³, концентрация N₂O — в диапазоне 0,29–0,97 ppm.

В результате сопоставления полученных данных на разработанной лабораторной установке, позволяющей имитировать реальные условия переработки ППЖ, с результатами аналогичных исследований установлено, что были получены сопоставимые данные. Следовательно, данную лабораторную установку можно использовать для исследования других видов ППЖ и набора репрезентативных данных, позволяющих впоследствии уточнить национальные расчетные коэффициенты и рассчитывать прогнозные эмиссии от технологий переработки ППЖ.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках рабочей программы ИАЭП — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ № FGUN-2025-0010 «Разработать энергоресурсосберегающие машинные технологии и цифровые системы мониторинга и управления для экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции».

FUNDING

The study was performed within the framework of the Working Program of IEEP — branch of FSAC VIM No. FGUN-2025-0010 “To develop energy and resource saving machine-based technologies and digital monitoring and control systems for environmentally safe agricultural production”.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гузь Л.В., Петров И.Б. Об использовании отходов животноводства при осуществлении экономической деятельности. *Твердые бытовые отходы*. 2021; (1): 56–59. <https://elibrary.ru/disdvq>
2. Кузьмина Т.Н., Мишуров Н.П., Брюханов А.Ю., Кузьмин В.Н., Свиначев И.Ю., Малородов В.В. Состояние производства технологического оборудования, рекомендуемого для эксплуатации в случае применения наилучших доступных технологий при интенсивном разведении свиней и птицы. Аналитический обзор. М.: Росинформагротех. 2023; 96. <https://elibrary.ru/sbobep>
3. Липка О.Н., Романовская А.А., Семенов С.М. Прикладные аспекты адаптации к изменениям климата в России. *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2020; (1): 65–90. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2020-1-65-90>
4. Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Polumieva P.D., Trunov A.A., Vertyankina V.Y., Karaban R.T. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2020; 25(4): 661–687. <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09885-2>
5. Genstwa N., Zmysłona J. Greenhouse Gas Emissions Efficiency in Polish Agriculture. *Agriculture*. 2024; 14(1): 56. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010056>
6. Джаббаров Н.И., Мишанов А.П., Добринов А.В. Прогнозирование выбросов парниковых газов в растениеводстве от уровня применяемых технологий. *АгроЭкоИнженерия*. 2024; (1): 70–82. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2024-1118-70-82>

REFERENCES

1. Guz L.V., Petrov I.B. On the use of livestock waste in economic activities. *Tverdye bytovyye otkhody*. 2021; (1): 56–59 (in Russian). <https://elibrary.ru/disdvq>
2. Kuzmina T.N., Mishurov N.P., Bryukhanov A.Yu., Kuzmin V.N., Svinarev I.Yu., Malorodov V.V. Production status of technological equipment recommended for use in case the best available techniques are applied in intensive pig and poultry breeding. Analytical review. Moscow: *Rosinformagroteh*, 2023; 96 (in Russian). <https://elibrary.ru/sbobep>
3. Lipka O.N., Romanovskaya A.A., Semenov S.M. Applied aspects of adaptation to climate change in Russia. *Fundamental and Applied Climatology*. 2020; (1): 65–90 (in Russian). <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2020-1-65-90>
4. Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Polumieva P.D., Trunov A.A., Vertyankina V.Y., Karaban R.T. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2020; 25(4): 661–687. <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09885-2>
5. Genstwa N., Zmysłona J. Greenhouse Gas Emissions Efficiency in Polish Agriculture. *Agriculture*. 2024; 14(1): 56. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010056>
6. Dzhabbarov N. I., Mishanov A.P., Dobrinov A.V. Forecasting of greenhouse gas emissions in crop production depending on applied technology level. *AgroEcoEngineering*. 2024; (1): 70–82 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2024-1118-70-82>

7. Вторый В.Ф., Вторый С.В. Влияние системы удаления навоза на концентрацию аммиака в коровниках с беспривязным содержанием. *АгроЭкоИнженерия*. 2024; (2): 104–117. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2024-2119-104-116>
8. Holly M.A., Larson R.A., Powell J.M., Ruark M.D., Aguirre-Villegas H. Greenhouse gas and ammonia emissions from digested and separated dairy manure during storage and after land application. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017; 239: 410–419. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.007>
9. Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Шалавина Е.В., Уваров Р.А., Субботин И.А. Метод решения экологических проблем при обращении с навозом и пометом. *Молочнохозяйственный вестник*. 2017; (3): 84–96. <https://elibrary.ru/zmnxsx>
10. Пилип Л.В. Метод очистки воздуха от запахообразующих веществ свиноподкомплексов. *АгроЭкоИнженерия*. 2019; (4): 137–146. <https://elibrary.ru/ucgzay>
11. Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В. Методический подход к выбору и проектированию отстойников жидкой фракции свиного навоза. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2013; (2): 17–21. <https://elibrary.ru/qivvel>
12. Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В., Васильев Э.В. Прогнозное распределение технологий переработки свиного навоза и куриного помета в РФ для принятия мер по снижению выбросов парниковых газов. *Аграрная наука*. 2024; (7): 160–165. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-160-165>
13. Maurer D.L., Koziel J.A., Bruning K. Field scale measurement of greenhouse gas emissions from land applied swine manure. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*. 2017; 11: 1. <https://doi.org/10.1007/s11783-017-0915-9>
14. Goedhart P.W., Mosquera J., Huijsmans J.F.M. Estimating ammonia emission after field application of manure by the integrated horizontal flux method: a comparison of concentration and wind speed profiles. *Soil Use and Management*. 2020; 36(2): 338–350. <https://doi.org/10.1111/sum.12564>
15. Вторый С.В., Ланцова Е.О. Влияние температуры воздуха и влажности навоза на интенсивность эмиссии газов из навоза крупного рогатого скота. *Региональная экология*. 2015; (5): 43–45. <https://elibrary.ru/vdwgon>
16. Hanafiah M.M., Ibraheem A.J., Razman K.K. Emissions of carbon dioxide and methane from dairy cattle manure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 880: 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012037>

ОБ АВТОРАХ

Александр Юрьевич Брюханов

доктор технических наук
член-корреспондент РАН, директор
sznii@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4963-3821>

Эдуард Вадимович Васильев

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
sznii6@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5910-5793>

Валентин Игоревич Базыкин

научный сотрудник
valentin-bazykin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6417-6433>

Екатерина Викторовна Шалавина

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
shalavinaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7345-1510>
Тел. +7 (962) 715-10-70

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) — филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Филитовское шоссе, 3, пос. Тярлево, Санкт-Петербург, 196634, Россия

7. Vtoryi V.F., Vtoryi S.V. Effect of manure removal system on ammonia concentration in loose housing barns. *AgroEcoEngineering*. 2024; (2): 104–117 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2024-2119-104-116>

8. Holly M.A., Larson R.A., Powell J.M., Ruark M.D., Aguirre-Villegas H. Greenhouse gas and ammonia emissions from digested and separated dairy manure during storage and after land application. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017; 239: 410–419. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.007>

9. Bryukhanov A.Yu., Vasiliev E.V., Shalavina E.V., Uvarov R.A., Subbotin I.A. Method of environmental problem solution in manure management. *Molochnokhoyzaistvenny vestnik*. 2017; (3): 84–96 (in Russian). <https://elibrary.ru/zmnxsx>

10. Pilip L.V. Method of air cleaning from odor-forming substances originating from pig complexes. *AgroEcoEngineering*. 2019; (4): 137–146 (in Russian). <https://elibrary.ru/ucgzay>

11. Bryukhanov A.Yu., Shalavina E.V. Methodical approach to the selection and design of settling tanks of liquid fraction of pig manure. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*. 2013; (2): 17–21 (in Russian). <https://elibrary.ru/qivvel>

12. Briukhanov A.Yu., Shalavina E.V., Vasiliev E.V. Forecast distribution of technologies for processing pig and poultry manure in the Russian Federation to take measures for GHG reduction. *Agrarian science*. 2024; (7): 160–165 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-160-165>

13. Maurer D.L., Koziel J.A., Bruning K. Field scale measurement of greenhouse gas emissions from land applied swine manure. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*. 2017; 11: 1. <https://doi.org/10.1007/s11783-017-0915-9>

14. Goedhart P.W., Mosquera J., Huijsmans J.F.M. Estimating ammonia emission after field application of manure by the integrated horizontal flux method: a comparison of concentration and wind speed profiles. *Soil Use and Management*. 2020; 36(2): 338–350. <https://doi.org/10.1111/sum.12564>

15. Vtoryi S.V., Lantsova E.O. The effect of air temperature and manure humidity on the intensity of gas emission from cattle manure. *Regional ecology*. 2015; (5): 43–45 (in Russian). <https://elibrary.ru/vdwgon>

16. Hanafiah M.M., Ibraheem A.J., Razman K.K. Emissions of carbon dioxide and methane from dairy cattle manure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 880: 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012037>

ABOUT THE AUTHORS

Alexander Yuryevich Briukhanov

Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director
sznii@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4963-3821>

Eduard Vadimovich Vasiliev

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
sznii6@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5910-5793>

Valentin Igorevich Bazykin

Researcher
valentin-bazykin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6417-6433>

Ekatereina Viktorovna Shalavina

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
shalavinaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7345-1510>
Phone +7 (962) 715-10-70

Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 3 Filitovskoe highway, village Tyarlevo, St. Petersburg, 196634, Russia

УДК 338.1: 338.2: 339.1: 631.1

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-148-157

И.А. Рамазанов^{1,2} ✉М.А. Николаева^{1,3}С.А. Рамазанов⁴¹Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Москва, Россия²Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия³Государственный академический университет гуманитарных наук, Москва, Россия⁴Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия

✉ iaramazanov@mail.ru

Поступила в редакцию: 07.01.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Рамазанов И.А., Николаева М.А.,
Рамазанов С.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-148-157

Ibragim A. Ramazanov^{1,2} ✉Maria A. Nikolaeva^{1,3}Seifullah A. Ramazanov⁴¹Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia³State Academic University of Humanities, Moscow, Russia⁴Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia

✉ iaramazanov@mail.ru

Received by the editorial office: 07.01.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Ramazanov I.A., Nikolaeva M.A., Ramazanov S.A.

Исследование традиций потребления продовольственных товаров в контексте перемен, происходящих в глобальной маркетинговой среде

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию перемен, происходящих в поведении потребителей, и выявлению новых традиций потребления продовольственных товаров.

В исследовании использованы общенаучные методы — комплексный, системный и ситуационный, а также графический метод, метод сравнительного анализа, индексные методы, методы прогнозирования, факторного анализа, корреляционный анализ, методы систематизации и обобщения.

Выявлено, что в поведении российских потребителей продовольственных товаров происходят значительные перемены, сопровождающиеся формированием новых относительно устойчивых традиций потребления. У российских потребителей наблюдается угасание одних и усиление других традиций потребления. В частности, сокращение среднедушевого потребления хлеба и хлебопродуктов, картофеля и других видов продовольственных товаров. Их российские потребители воспринимают как продукты, не согласующиеся с представлением о здоровом питании. Выявлено, что высокими темпами увеличивается среднедушевое потребление мяса и мясопродуктов, молока и молочных продуктов, сахара и кондитерских изделий, фруктов, овощей и других видов продовольствия. Наблюдаются относительно устойчивые традиции потребления яиц, рыбы и рыбных продуктов, растительных масел и некоторых других продуктов питания. Однако фактическое среднедушевое потребление не соответствует нормам здорового питания, что свидетельствует о значительных расхождениях: потребители не придерживаются этих норм, они ориентируются на собственные представления о здоровом питании.

Результаты, полученные в данной статье, могут быть использованы теоретиками при исследовании перемен, происходящих в поведении потребителей продовольственных товаров, а также практиками для ориентации структуры производственной программы предприятиями сельского хозяйства и ассортимента предприятия сферы обращения, опираясь на перемены, происходящие в традициях потребления отдельных видов продовольственных товаров, в частности чая, кофе, алкогольных и слабоалкогольных напитков, картофеля, хлебных продуктов, мяса и мясных продуктов, сахара и кондитерских изделий. Кроме того, результаты исследования указывают на необходимость учета особенностей перемен в традициях потребления, происходящих в отдельных регионах.

Ключевые слова: поведение потребителей, продовольственный рынок, традиция потребления, маркетинговая среда, потребности, потребительские предпочтения

Для цитирования: Рамазанов И.А., Николаева М.А., Рамазанов С.А. Исследование традиций потребления продовольственных товаров в контексте перемен, происходящих в глобальной маркетинговой среде. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 148–157.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-148-157>

A study of food consumption traditions in the context of the changes taking place in the global marketing environment

ABSTRACT

The article is devoted to the study of changes occurring in consumer behavior and the identification of new traditions of food consumption.

The research uses general scientific methods — complex, systematic and situational, as well as the graphical method, the method of comparative analysis, index methods, forecasting methods, factor analysis, correlation analysis, methods of systematization and generalization.

It is revealed that significant changes are taking place in the behavior of Russian consumers of food products, accompanied by the formation of new relatively stable consumption traditions. Russian consumers are experiencing the decline of some consumption traditions and the strengthening of others. In particular, there is a reduction in the average per capita consumption of bread and bread products, potatoes and other types of foodstuffs. Russian consumers perceive them as products that do not conform to the idea of a healthy diet. It has been revealed that the average per capita consumption of meat and meat products, milk and dairy products, sugar and confectionery, fruits, vegetables and other types of food is increasing at a high rate. There are relatively stable traditions of consumption of eggs, fish and fish products, vegetable oils and some other food products. However, the actual average per capita consumption does not meet the standards of a healthy diet, which indicates significant discrepancies: consumers do not adhere to these standards, they are guided by their own ideas about healthy eating.

The results obtained in this article can be used by theorists in the study of changes occurring in the behavior of consumers of food products, as well as by practitioners to orient the structure of the production program of agricultural enterprises and the assortment of enterprises in the sphere of circulation, based on the changes taking place in the traditions of consumption of certain types of food products, in particular tea, coffee, alcoholic and low-alcohol beverages, potatoes, bread products, meat and meat products, sugar and confectionery. In addition, the results of the study indicate the need to take into account the peculiarities of changes in consumption traditions occurring in individual regions.

Key words: consumer behavior, food market, consumption tradition, marketing environment

For citation: Ramazanov I.A., Nikolaeva M.A., Ramazanov S.A. A study of food consumption traditions in the context of the changes taking place in the global marketing environment. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 148–157 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-148-157>

Введение/Introduction

Перемены, происходящие в глобальной маркетинговой среде, сопровождаются значительными переменами в поведении потребителей, в том числе продовольственных товаров. Хотя потребительское поведение на продовольственном рынке является более консервативным, исследователи обнаруживают глобальные устойчивые тренды, указывающие на значительные перемены в традициях потребления и поведении потребителей под влиянием факторов глобальной маркетинговой среды [1–4], сопровождающиеся формированием новых эмоционально-чувственных особенностей восприятия цены, качества и иных характеристик продовольственных товаров [5, 6].

Установлено, что новыми тенденциями на продовольственном рынке являются сокращение потребления отдельных продуктов с низкой пищевой ценностью, экологизация потребления, рост спроса, стремление к разумному шопингу, эгоцентризм и продовольственный обмен [7], стремление к здоровому образу жизни (ЗОЖ) [8, 9], потреблению зеленых и органических продуктов питания [10] и продуктов для здорового питания, а также улучшенного качества, что приводит к полному или частичному отказу от видов продовольствия с потребительскими достоинствами отдельными группами населения, в частности появляются сегменты потребителей, призывающих к полному отказу от мяса и мясных изделий [11], ориентации на инновационные продукты [12].

Кроме того, наблюдается уход потребителя в виртуальное пространство при осуществлении покупок [13]. Однако исследователи указывают на консерватизм поведения потребителей при покупке сельскохозяйственной продукции в отдельных регионах, отдавая предпочтение традиционным каналам [14], при достаточно высоком уровне проникновения цифровых технологий в сельское хозяйство [15, 31].

При этом необходимо создавать условия для производителей сельхозпродукции, позволяющие эффективно использовать цифровые платформы для продвижения своей продукции [16, 29]. Кроме того, в России формируется рынок альтернативных [17] и инновационных продуктов питания [18], которые при определенных условиях могут способствовать формированию новых традиций потребления продовольствия.

Исследователи приходят к мнению, что перемены, происходящие в традициях потребления продовольственных товаров, формируются под влиянием различных факторов глобального характера, среди которых особо выделяются социокультурные, способствующие развитию кросс-культурных тенденций в поведении потребителей [19–21]. В частности, указывается на формирование новых тенденций потребления культурно обусловленных продовольственных

товаров, например формируются новые сегменты потребителей кошерных и халяльных мясных продуктов [22]. Особое внимание уделяется цифровизации экономики и применению интернета [23], нейросетевых технологий и искусственного интеллекта [24], которые повышают эффективность цифрового маркетинга при управлении поведением потребителей и формировании новых потребностей [25]. Исследуется влияние изменений климата [26] и экономических факторов [32] на структуру и уровень потребления.

Перемены в традициях потребления оказывают значительное влияние на структуру ассортимента пищевых продуктов, которые могут удовлетворить инновационные потребности потребителей, что в свою очередь приводит к необходимости адаптации товарной политики и всего комплекса маркетинга к новым условиям. Доказывается, что трансформация среды функционирования компаний в сторону цифровизации, применения новых технологий и улучшения качества, сопровождающихся изменениями в приоритетах выбора продовольственных товаров и способах совершения покупок, обуславливает необходимость пересмотра к применению инструментов комплекса маркетинга в борьбе за потребителя [27]. В частности, участникам рынка рекомендуется осуществить цифровую трансформацию сельского хозяйства [30, 33] и маркетинга [28].

Обзор результатов научных исследований позволяет сделать вывод о том, что поведение российских потребителей носит динамичный характер, который протекает под влиянием множества внутренних и глобальных факторов. Перемены в поведении потребителей продовольственных товаров могут сопровождаться формированием новых, более устойчивых традиций потребления. Понимание основных направлений формирования традиций потребления как устойчивого фактора, определяющего спрос на сельскохозяйственную продукцию и продовольственные товары, может обеспечить участников современного рынка маркетинговыми метриками, способными точнее предсказывать перспективы развития отдельных отраслей и сегментов рынка, разрабатывать более предсказуемые программы и обоснованные стратегии функционирования компаний на рынке.

Цель данного исследования — анализ традиций потребления продовольственных товаров, происходящих в глобальной маркетинговой среде.

Задачи исследования: сбор и анализ информации о состоянии и перспективах развития потребления продовольствия в современной России; выявление тенденций изменения потребления продуктов питания; анализ причин, происходящих в фактическом потреблении продовольственных товаров определенных групп; установление факторов, влияющих на потребление отдельных групп продовольствия.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В исследовании были использованы общенаучные методы (ситуационный, комплексный, системный, а также табличный, графический), метод сравнительного анализа, корреляционно-регрессионный анализ, методы систематизации и обобщения. Методология и первичная информация получены из открытых данных Росстата¹⁻⁴.

Репрезентативность выборки обеспечивает получение Росстатом представительных итогов обследования по России в целом и по всем ее субъектам, а также большим объемом выборочной совокупности в соответствии с методическими указаниями Росстата⁵.

В зависимости от исследуемого объекта анализ охватывает разные периоды — начиная с 1990 по 2024 год включительно.

Для исследования поведения потребителей при осуществлении онлайн-покупок осуществлен анализ динамики поисковых запросов с помощью поисковых сервисов «Яндекс.Wordstat»⁶ и Google Trends⁷.

Для исследования процесса формирования глобальной маркетинговой среды был использован KOF Index of Globalization (KOFGI) — комбинированный показатель, используемый для измерения различных аспектов процесса глобализации. Разрабатывается Швейцарским экономическим институтом⁸ совместно со Швейцарским федеральным технологическим институтом⁹ на основе более 45 переменных и 24 показателей, объединенных в KOF-субиндексы (Индекс экономической глобализации, KOFECGI; Индекс торговой глобализации, KOFTrGI; Индекс социальной глобализации, KOFSoGI; Индекс межличностной глобализации, KOFIpGI (туризм, миграция, учеба, телефон, интернет и т. п.); Индекс информационной глобализации, KOFInGI; Индекс культурной глобализации, KOFcUGI; Индекс политической глобализации, KOFPOGI), которые позволяют оценивать степень вовлеченности Российской Федерации в мировой процесс экономической, торговой,

социальной, культурной, межличностной, информационной и политической интеграции и в формирование глобальной маркетинговой среды.

Методология сбора и обработки информации¹⁰ и результаты исследования представлены в открытом доступе в базе данных KOF Swiss Economic Institute (<http://globalization.kof.ethz.ch/>).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На традиции потребления могут оказывать влияние рекомендации правительственных и научных учреждений и общественных организаций по здоровому питанию. Так, в России принят ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»¹¹, в котором регламентированы принципы здорового питания, а также утверждены и применяются «Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»¹².

Осуществлен сравнительный анализ структуры фактического потребления отдельных видов продовольственных товаров в соответствии с традициями потребления и нормами потребления пищевых продуктов согласно рекомендациям Минздрава РФ (табл. 1).

Анализ данных (табл. 1) показывает, что фактическое среднелюдовое потребление большинства продуктов питания значительно отличается от рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. В частности, как видно из таблицы 1, среднелюдовое потребление хлеба и хлебобулочных изделий в 2023 году на 9 кг ниже рекомендуемых норм потребления, хотя 20 лет назад (2003 г.) потребление этих продуктов составляло более 109 кг/чел в год (то есть на 13 кг (на 22%) выше норм потребления). Это обусловлено тем, что, с одной стороны, повышается платежеспособность определенных групп населения, которые заменяют хлеб и хлебобулочные изделия более ценными продуктами питания, с другой — согласно принципам

¹ Методология формирования официальной статистической информации о розничной продаже отдельных товаров в разрезе ассортиментных групп (по кругу организаций розничной торговли, не относящихся к субъектам малого предпринимательства) (приказ Росстата от 14.06.2024 № 237). https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_237-14062024.pdf

² Методология формирования официальной статистической информации о деятельности маркетплейсов (приказ Росстата от 24.04.2024 № 162). https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_162-24042024.pdf

³ Методология по определению обобщающих показателей по статистике внутренней торговли (приказ Росстата от 24.06.2016 № 301). https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_301-24062016.pdf

⁴ Методология формирования официальной статистической информации об обороте розничной торговли продуктами питания (приказ Росстата от 08.11.2021 № 777). https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_777-08112021.pdf

⁵ Росстат. Розничная торговля и общественное питание. <https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya>

⁶ «Яндекс.Wordstat». <https://wordstat.yandex.ru/>

⁷ Google Trends. <https://trends.google.com/trends/explore?geo=RU&hl=ru>

⁸ Швейцарский экономический институт / KOF Konjunkturforschungsstelle. <https://gtmarket.ru/organizations/kof-swiss-economic-institute>

⁹ Швейцарский федеральный технологический институт / Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. <https://gtmarket.ru/organizations/eth-zurich>

¹⁰ Gygli Savina, Florian Haelg, Niklas Potrafke, Jan-Egbert Sturm. The KOF Globalisation Index — Revisited, Review of International Organizations. 2019; 14(3): 543–574. external page. <https://doi.org/10.1007/s11558-019-09344-2>

¹¹ Федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ (ред. от 13.07.2020) «О качестве и безопасности пищевых продуктов». https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_25584/?ysclid=m794ydyf1972328313

¹² Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания (в ред. Приказа Минздрава РФ от 01.12.2020 № 1276). <https://nadn.ru/upload/iblock/58d/58df042069fa850e7d425d9f2b06244f.pdf?ysclid=m2lx2bj4lx389153554>

Таблица 1. Структура фактического потребления и норм потребления пищевых продуктов, рекомендованных Минздравом РФ¹²

Table 1. Structure of actual consumption and norms of food consumption recommended by the Ministry of Health of the Russian Federation

Наименование продукта	Рациональные нормы потребления, кг/чел	Среднегодовое фактическое потребление, кг/чел ¹³		Изменение среднегодового потребления с 2003 по 2023 г., кг/чел (%)	Отклонение фактического потребления в 2023 г. от рекомендуемых норм, кг/чел (%)
		на 2003 г.	на 2023 г.		
Хлебные продукты	96	109	87	-22 (20,18)	-9 (9,40)
Картофель	90	86	55	-31 (36,05)	-35 (38,9)
Овощи и бахчевые	140	84	107	23 (27,38)	-33 (23,6)
Фрукты свежие	100	36	72	36 (50,00)	-28 (28,0)
Сахар и кондитерские изделия	8	26	29	3 (11,54)	21 (262,50)
Мясо и мясопродукты	73	61	98	37 (60,66)	25 (34,24)
Рыбопродукты	22	14	23	9 (64,29)	1 (4,55)
Молоко и молокопродукты в пересчете на молоко	325	225	261	36 (16,00)	-64 (19,69)
Яйца, шт.	260	208	237	29 (13,94)	-23 (8,84)
Масло растительное	12	10	9	1 (10,00)	-3 (25,00)

здорового питания потребители отдают приоритет белковой пище животного происхождения, ограничивая потребление пищи, богатой углеводами, к которой относятся хлебобулочные изделия, хлеб и картофель.

Тенденция к уменьшению среднедушевого потребления по сравнению с рекомендуемыми нормами наблюдается и для других продуктов. В частности, среднедушевое потребление картофеля на 35 кг (38,6%) ниже рекомендуемых норм. При этом с 2003 по 2023 год среднедушевое потребление сократилось на 31 кг (на 36,05%). Это объясняется тем, что многие потребители начали больше потреблять овощей, заменяя ими частично картофель, при этом обеспечивается пищевое разнообразие суточного рациона и снижается потребление продуктов с высоким содержанием углеводов.

По многим группам пищевых продуктов (плодовоовощным, мясным, рыбным, молочным товарам) за последние 20 лет наблюдается тенденция к увеличению потребления. Так, среднедушевое потребление овощей и бахчевых повысилось на 23 кг/чел в год (на 23,6%), хотя и не достигло рекомендуемых норм потребления (ниже на 33 кг, или на 27,4%).

Схожее потребительское поведение характерно и для ряда других групп продовольствия: потребление свежих плодов на 28 кг/чел (на 28,0%) ниже рекомендуемых норм, при этом наблюдается тенденция к росту их потребления — за 20 лет увеличилось на 36 кг/чел (на 50,0%). Потребление молока и молокопродуктов на 64 кг/чел (на 19,7%) ниже нормы, рост за исследуемый период составил 37 кг/чел (60,7%). Потребление

яиц на 23 шт/чел (23,8,8%) ниже нормы, хотя за исследуемый период выросло на 29 шт/чел (на 13,9%). Потребление таких продуктов, как рыбопродукты и масло растительное, значительно ближе к рациональным нормам их потребления, а изменения незначительны.

Рост потребления пищевых продуктов указанных групп обусловлен их физической и экономической доступностью, что стало возможным благодаря принятию и реализации Доктрины обеспечения продовольственной безопасности, принятых в 2010 г. (1-я версия) и в 2020 г. (современная версия)¹⁴. Исключение составляют рыба и продукты ее переработки, потребление которых растет медленно за счет их низкой экономической доступности из-за высоких цен (рыба стоит значительно дороже свинины и мяса птицы).

Следует заметить, что утвержденные нормы потребления рыбы явно занижены и значительно ниже потребления рыбы в других странах, несмотря на то что рыба относится к высокоценным пищевым источникам полноценных белков, незаменимых жирных кислот, жирорастворимых витаминов и легкоусвояемых минеральных веществ.

Однако по некоторым продуктам наблюдается не только значительное превышение потребления по сравнению с рациональными нормами потребления, но и достаточно высокие темпы роста их среднедушевого потребления. В частности, потребление сахара и кондитерских изделий (в пересчете на сахар) превышает рекомендуемые нормы потребления на 21 кг/чел (на 262,5%) и продолжает расти: за исследуемый период их среднедушевое потребление увеличилось на 3 кг/чел (на 11,5%). Высокий уровень

¹² Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания (в ред. Приказа Минздрава РФ от 01.12.2020 № 1276). <https://nadn.ru/upload/iblock/58d/58df042069fa850e7d425d9f2b06244f.pdf?ysclid=m2lx2bj4lx389153554>

¹³ Потребление основных продуктов питания в среднем на потребителя в год, кг/чел. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>

¹⁴ Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Указ Президента РФ от 21 января 2020 года № 20. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/?ysclid=m62gmjixe730496666#review>

потребления сахара для жителей большинства регионов мира [34]. Такое превышение норм потребления сахара и содержащих его кондитерских изделий противоречит принципам здорового питания, но обусловлено потребительскими предпочтениями этих пищевых продуктов за счет их повышенной органолептической ценности.

Схожее потребительское поведение характерно для мяса и мясopодуков: среднeдушевoе потребление в год превышает рекомендуемые нормы на 25 кг (на 34,2%), за исследуемый период увеличение на 37 кг/чел (66,7%).

Процесс формирования традиций потребления продолжается, при этом перемены в потреблении отдельных видов продуктов питания имеют тенденцию к дальнейшему усилению расхождений между фактическим потреблением и рекомендуемыми Минздравом нормами. В частности, если сохранятся тенденции последних лет, то сокращение потребления хлеба россиянами продолжится и может стабилизироваться после 2040 года на уровне 82 кг/чел, что на 14 кг/чел (на 15%) ниже рекомендуемых норм (рис. 1).

Схожая тенденция наблюдается по отношению к картофелю: ожидается снижение его потребления со стабилизацией на уровне 47 кг/чел к 2040 г., что на 43 кг/чел (на 47,8%) ниже рекомендуемых норм потребления (рис. 1).

Авторы исследовали перемены, происходящие в традициях потребления, связанные со смешением предпочтений внутри товарной группы в сторону отдельных видов (подвидов). В частности, используя сервис «Яндекс.Wordstat»¹⁷, осуществили анализ динамики поисковых запросов чая и кофе. Результаты показывают, что популярность (по количеству запросов) кофе в онлайн-пространстве постепенно растет, а популярность чая падает (рис. 2).

Авторами исследованы перемены, происходящие в традициях потребления алкогольных и слабоалкогольных напитков (рис. 3).

Рис. 1. Изменение традиций потребления отдельных видов продовольствия в РФ (построено авторами по данным Росстата¹⁵)

Fig. 1. Changing the traditions of consumption of certain types of food in the Russian Federation (built by the authors according to Rosstat data)

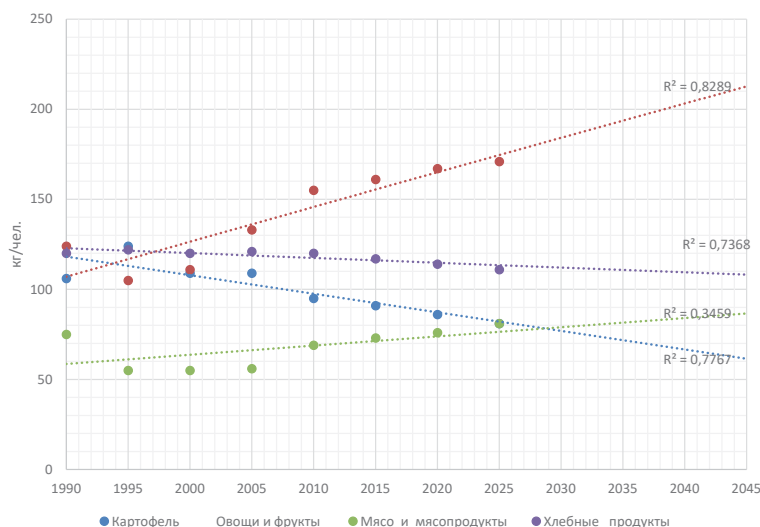
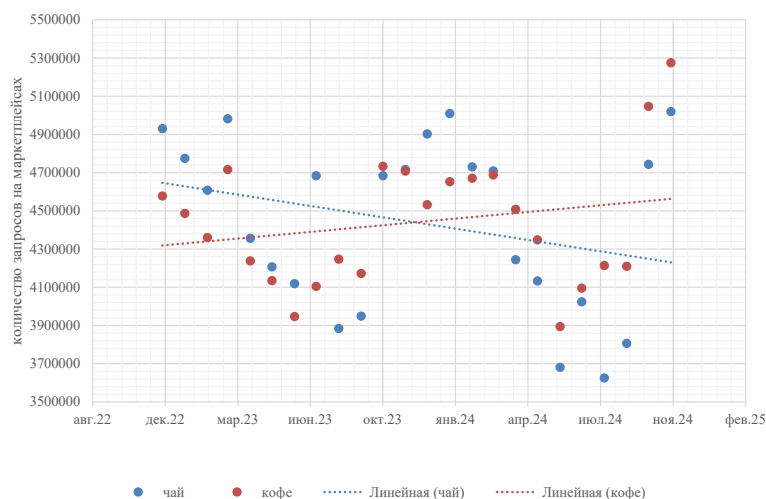


Рис. 2. Изменение популярности чая и кофе в онлайн-покупках (построено авторами на основе анализа поисковых запросов на сервисе «Яндекс.Wordstat»¹⁷)

Fig. 2. The change in the popularity of tea and coffee in online purchases (built by the authors based on the analysis of search queries on the “Yandex.Wordstat” service)



В частности, выявлены значительные перемены в предпочтениях потребления алкогольных и слабоалкогольных напитков. Как видно из графика (рис. 3), формируются новые традиции потребления, характеризующиеся тем, что предпочтения потребителей смещаются в сторону пива и вин при значительных темпах сокращения потребления водки и ликеро-водочных изделий. Однако постепенно укрепляется традиция потребления коньяка, бренди и виски на фоне сокращения потребления

¹⁵ Росстат. Ассортиментная структура пищевых продуктов (на основе обработки итогов формы федерального статистического наблюдения № 1-ТОПГ). <https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya>

¹⁶ <https://yandex.ru/support2/wordstat/ru/>

¹⁷ «Яндекс.Wordstat». Общее число поисковых запросов «чай». <https://wordstat.yandex.ru/?region=all&view=graph&words=чай%20>; общее число поисковых запросов «кофе». <https://wordstat.yandex.ru/?region=all&view=graph&words=кофе>

водки и других крепких алкогольных напитков.

Отдельные локальные рынки значительно отличаются друг от друга по темпам формирования новых традиций потребления по отдельным видам товаров. Анализ динамики показателей фактического потребления чая и кофе в отдельных регионах РФ показывает значительное сокращение потребления чая и рост потребления кофе. В частности, в Республике Дагестан, которая прежде отличалась наличием устойчивых традиций потребления чая (чай предпочитали более 85% населения), наблюдаются высокие темпы формирования традиций, связанных со смещением предпочтений в пользу потребления кофе (рис. 4).

Из графика (рис. 4) видно, что если сохранится динамика изменения потребления чая и кофе, то в перспективе в Республике Дагестан может сформироваться относительно устойчивая новая традиция потребления чая и кофе: доля любителей кофе к концу 2030-х годов может превысить 70% населения, а доля любителей чая в регионе может опуститься до 30%. Вероятно, наиболее существенным фактором подобных перемен в традициях потребления чая и кофе в Республике Дагестан является не только высокая мобильность населения региона, но и изменение направления туристических потоков в Российской Федерации. В регион устремились потоки туристов с устойчивыми традициями потребления кофе, что не только повысило спрос на кофе, но и способствует закреплению у местного населения традиции его потребления. Кроме того, исследования показывают, что в этом регионе традиции потребления кофе приближаются к традициям его потребления, характерным для всей России (рис. 5).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в ближайшей перспективе в Республике Дагестан традиции потребления кофе будут менее устойчивыми, чем в общем по Российской Федерации. Как видно из графика (рис. 5), вероятность формирования устойчивых традиций

Рис. 3. Изменение структуры розничных продаж алкогольных и слабоалкогольных напитков (построено авторами по данным Росстата¹⁸)

Fig. 3. Changes in the structure of retail sales of alcoholic and low-alcohol beverages (built by the authors according to Rosstat data)

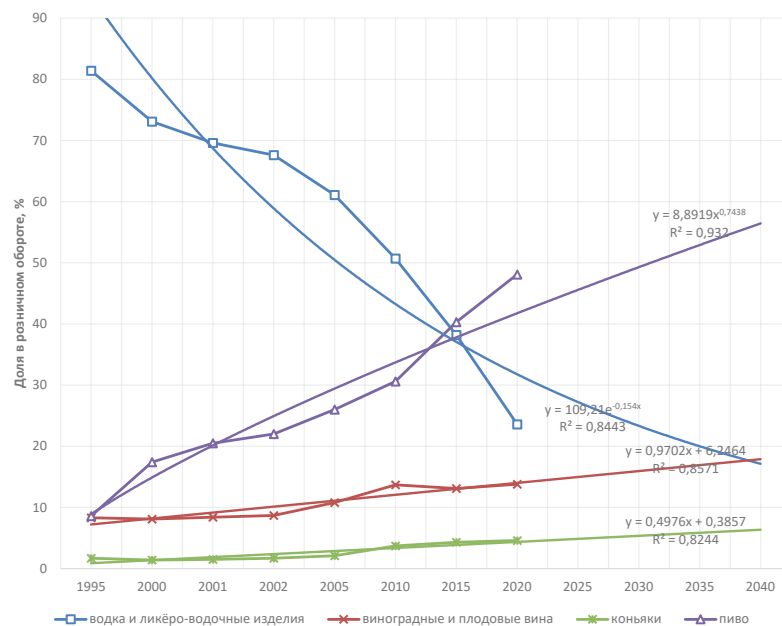
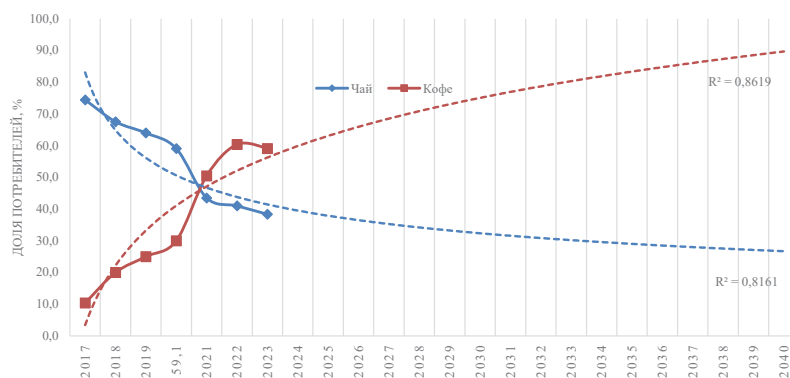


Рис. 4. Перспективы изменения традиций потребления чая и кофе в Республике Дагестан (составлено авторами по данным Росстата¹⁹)

Fig. 4. Prospects for changing tea and coffee consumption traditions in the Republic of Dagestan (compiled by the authors according to Rosstat data)



потребления кофе в Республике Дагестан к 2030 году на уровне 65% от общего потребления в группе «Чай, кофе и какао» невысокая ($R^2 = 0,585$). При этом в общем по Российской Федерации формируется более устойчивая традиция потребления кофе, то есть смещение предпочтений в сторону потребления кофе на уровне 75% в группе является более вероятным ($R^2 = 0,772$).

Авторами исследовано изменение отношения потребителей к месту потребления (рис. 6).

Полученные результаты свидетельствуют об усилении тенденций потребления вне дома: наблюдаются более высокие темпы роста среднелюдиных расходов населения

¹⁸ Росстат. Ассортиментная структура пищевых продуктов. Услуги по розничной торговле алкогольными напитками, включая пиво, в специализированных магазинах: доля розничной продажи, % в товарной группе. <https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya>
¹⁹ Доля розничных продаж чая и кофе в процентах в товарной группе «Чай, кофе, какао». Росстат. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prod_tov.xlsx

Рис. 5. Прогноз доли розничных продаж кофе в группе «Чай, кофе, какао» по Российской Федерации и Республике Дагестан (составлено авторами по данным Росстата¹⁹)

Fig. 5. Forecast of the share of retail coffee sales in the Tea, Coffee, Cocoa group in the Russian Federation and the Republic of Dagestan (compiled by the authors according to Rosstat data)

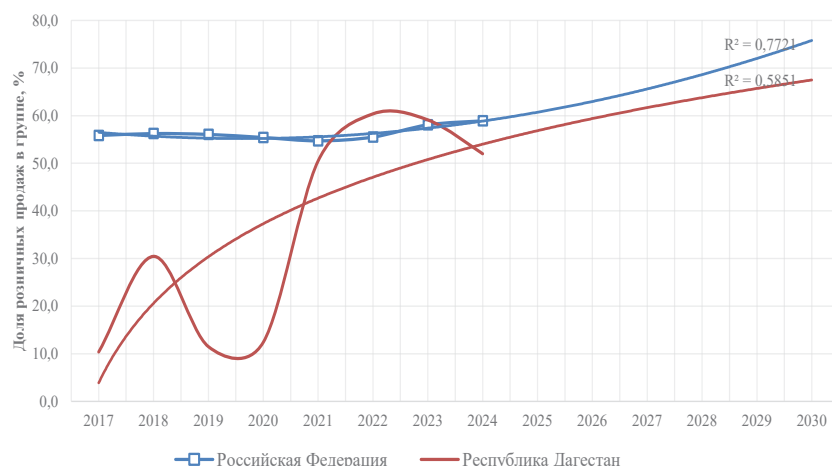


Рис. 6. Темпы изменения среднедушевых расходов населения в общественном питании и на приобретение продовольственных товаров в розничной торговле (составлено авторами по данным Росстата²⁰)

Fig. 6. The rate of change in the average per capita expenditure of the population in public catering and for the purchase of food products in retail trade (compiled by the authors according to Rosstat)

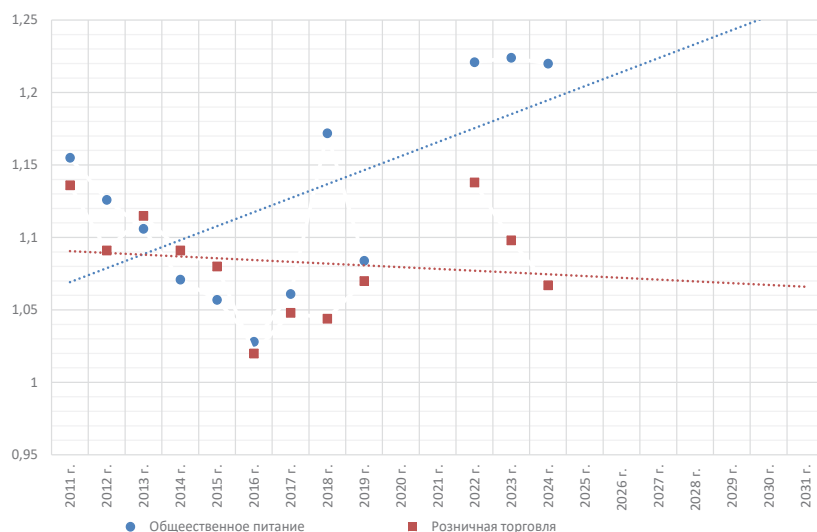


Таблица 2. Динамика KOFGI- и KOF-субиндексов вовлеченности Российской Федерации в мировой процесс глобализации (составлено авторами по данным KOF SEI²²)

Table 2. The dynamics of the KOFGI and KOF subindexes of the involvement of the Russian Federation in the global process of globalization (compiled by the authors according to KOF SEI data)

	Год	KOFGI	KOFecGI	KOFTrGI	KOFSoGI	KOFIpGI	KOFInGI	KOFCuGI	KOFFoGI
Россия	1990	46	21	20	47	37	49	54	71
	2022	71	54	48	71	64	82	73	92
	2022/1990	1,5	2,5	2,3	1,5	1,7	1,7	1,3	1,3
Мир	1990	43	44	43	43	46	42	42	41
	2022	61	59	58	62	60	71	56	61
	2022/21990	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,7	1,3	1,5

²¹ Оборот общественного питания и розничной торговли в расчете на душу населения по РФ, руб. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya>

²² KOF Swiss Economic Institute. <http://globalization.kof.ethz.ch/>

в общественном питании по сравнению с их среднедушевыми расходами на покупку продуктов питания в розничной торговле (рис. 6).

Одним из наиболее значимых факторов, оказывающих влияние на перемены в поведении потребителей и формирование новых традиций потребления, является степень вовлеченности Российской Федерации в процесс глобализации и ее место в глобальной маркетинговой среде (табл. 2).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что по многим показателям Российская Федерация демонстрирует высокий уровень глобализации по сравнению со среднемировыми значениями. При этом наиболее высокие значения характерны для субиндексов KOFSoGI, KOFIpGI, KOFInGI и KOFCuGI, которые указывают на значительные перемены в социальной среде, высокую мобильность населения (туризм, миграцию, учебу) и социальные коммуникации через интернет и мобильные средства общения.

Однако полученные результаты указывают на то, что новые традиции потребления большинства видов продовольствия не приближают фактическое их потребление к рекомендуемым физиологическим нормам, при этом расхождения не только остаются значительными, но и усиливаются по отдельным видам.

Выводы/Conclusions

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что в поведении российских потребителей пищевых продуктов происходят изменения под влиянием различных факторов. В частности, по данным Росстата²³ за 2024 год, около 30% населения осуществили туристические поездки. Ежегодные темпы роста въездных и выездных турпоездов в стране превышают 7%. В некоторых регионах этот показатель значительно выше. В Республике Дагестан средние темпы роста турпотока превышают 40%. Кроме того, Российская Федерация достаточно высокими темпами втягивается в мировой процесс глобализации, сопровождающийся усилением глобальных коммуникаций в экономической, торговой, социальной, кросс-культурной, информационной, политической и технологической среде, которые в совокупности способствуют изменению поведения потребителей и формированию новых для россиян традиций потребления. В частности, можно выделить формирование новых традиций потребления продовольственных товаров, таких как хлебобулочные изделия и картофель, для которых характерна тенденция сокращения потребления по причине восприятия их значительного потребления, противоречащая принципам здорового питания, при этом их среднелюдовое потребление (кг/чел в год) в Российской Федерации опустилось значительно ниже рекомендаций Минздрава.

Противоположная тенденция наблюдается для потребления мяса, мясных продуктов, сахара и кондитерских изделий, для которых характерны высокие темпы роста среднелюдового потребления

при существенном превышении норм, рекомендуемых Минздравом.

Среднелюдовое потребление овощей и фруктов, молока и молочных продуктов растет достаточно высокими темпами и приближается к нормам, рекомендуемым Минздравом, хотя в перспективе оно может превысить эти нормы. Среднелюдовое потребление рыбы, яиц и растительного масла существенно не отличается от норм, рекомендуемых Минздравом, и в перспективе не ожидается значительных перемен в традициях их потребления.

Авторами установлены значительные перемены в поведении потребителей по отношению к товарам, удовлетворяющим аналогичные потребности. В частности, показано, что в России усиливаются традиции потребления кофе по сравнению с потреблением чая.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что постепенно формируются новые традиции при выборе каналов приобретения и применения продовольственных товаров. Установлено, что происходит смещение предпочтений мест покупки в сторону потребления вне дома в пользу предприятий массового питания и приобретения продуктов, готовых к употреблению (рис. 6).

Результаты, полученные авторами, могут быть использованы заинтересованными лицами при обосновании долгосрочных стратегических планов развития агропромышленного комплекса и сферы обращения, управления агропродовольственным рынком, при исследовании поведения потребителей.

²³ Росстат. Въездные и выездные туристские поездки (с 2014 г.). <https://rosstat.gov.ru/statistics/turizm>

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Неделько А.Ю., Третьяк О.А., Лаврова А.Ю. Потребительский выбор продуктов питания: факторы, текущее состояние и ожидаемые изменения. *Российский журнал менеджмента*. 2020; 18(4): 605–642. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2020.406>
2. Ильяшенко С.Б., Митяева О.А. Изменение поведения потребителей в современных условиях. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2023; (2–3): 219–223. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.03.02.026>
3. Сейфуллаева М.Э., Дельрю З. Актуальные тренды потребительского поведения. Менеджмент и маркетинг в условиях цифровой экономики. *Материалы Международной научно-практической конференции*. М.: Московский международный университет. 2024; 174–181. <https://elibrary.ru/zcangt>
4. Хасанова Л.В., Ференц Е.А. Новые факторы потребительского поведения. *Наукосфера*. 2022; (4–2): 386–393. <https://elibrary.ru/wpdwjl>
5. Ramazanov I.A., Panasenkov S.V., Uryaseva T.I., Kalugina S.A., Paramonova T.N. Perception of price fluctuations in the context of consumption traditions and consumer expectations amid globalization of markets. *Revista Espacios*. 2018; 39(48): 34.
6. Рамазанов И.А., Парамонова Т.Н., Урясыева Т.И. Влияние маркетинговой среды на традиции потребления россиян. *Практический маркетинг*. 2015; (11): 21–26. <https://elibrary.ru/unfhkt>

REFERENCES

1. Nedelko A.Yu., Tretyak O.A., Lavrova A.Yu. Consumer food choice: Factors, current state and expected changes. *Russian Management Journal*. 2020; 18(4): 605–642 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/spbu18.2020.406>
2. Ilyashenko S.B., Mityaeva O.A. Changing consumer behavior in modern conditions. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2023; (2–3): 219–223 (in Russian). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.03.02.026>
3. Seifullaeva M.E., Delrue Z. Current trends in consumer behavior. *Management and Marketing in the digital Economy. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Moscow: Moscow International University. 2024; 174–181 (in Russian). <https://elibrary.ru/zcangt>
4. Hasanova L.V., Ferents E.A. New factors of consumer behavior. *Naikosfera*. 2022; (4–2): 386–393 (in Russian). <https://elibrary.ru/wpdwjl>
5. Ramazanov I.A., Panasenkov S.V., Uryaseva T.I., Kalugina S.A., Paramonova T.N. Perception of price fluctuations in the context of consumption traditions and consumer expectations amid globalization of markets. *Revista Espacios*. 2018; 39(48): 34.
6. Ramazanov I.A., Paramonova T.N., Uryasyeva T.I. Influence of marketing environment on consumption traditions of Russians. *Practical marketing*. 2015; (11): 21–26 (in Russian). <https://elibrary.ru/unfhkt>

7. Леманович М. Проинновационные тенденции в потребительском поведении на продовольственном рынке в Польше. *Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст. Сборник научных статей*. Гродно: Гродненский государственный университет им. Я. Купалы. 2020; 435–442 (на пол. яз.). <https://elibrary.ru/xnwdvx>
8. Мусатова Ж.Б. Влияние трендов потребительского поведения на развитие и регулирование рынка продуктов питания для здорового образа жизни. *Маркетинг МБА. Маркетинговое управление предприятием*. 2019; 10(4): 248–262. <https://elibrary.ru/iopuav>
9. Курочкина А.А., Бикезина Т.В., Орлова В.И. Влияние тенденции здорового питания на развитие рынка продовольственных товаров. *Наука и бизнес: пути развития*. 2020; (11): 171–176. <https://elibrary.ru/dxhqfu>
10. Курочкина А.А., Семенова Ю.Е., Баранова А.М. Тенденции в изменении потребительского поведения на рынке местных товаров. *Components of Scientific and Technological Progress*. 2021; (2): 10–13 (на англ. яз.). <https://elibrary.ru/cismflf>
11. Бирюкова Т.В., Павлова И.М. Оценка изменений в пищевом поведении потребителей мяса и мясной продукции. *Экономика сельского хозяйства России*. 2022; (6): 90–94. <https://doi.org/10.32651/226-90>
12. Mehdiyev M.A. Влияние инновационных продуктов на поведение потребителей в пищевой отрасли Азербайджана. *Финансовая экономика*. 2020; (12): 203–207 (на англ. яз.). <https://elibrary.ru/pcqlrx>
13. Толстикова Е.И., Демченко С.К., Подопригора В.Г., Суслова Ю.Ю. Совершенствование модели поведения потребителей в условиях цифровой трансформации. *Экономические науки*. 2023; 227: 152–158. <https://elibrary.ru/zbvgrpu>
14. Никулина Т.А., Виничук О.Ю., Перминова Г.И. Исследование поведения китайских потребителей при выборе сельскохозяйственной продукции в интернете. *Торговля, сервис, индустрия питания*. 2022; 2(2): 124–135. <https://elibrary.ru/uiglno>
15. Цзя Ю., Мурашова Е.В. Развитие электронной коммерции сельскохозяйственной продукции в Китае: эмпирический анализ. *Московский экономический журнал*. 2023; 8(9): 33. <https://elibrary.ru/qsuglr>
16. Руденко А.М., Сафонова С.Г. Особенности продвижения продукции отечественных сельскохозяйственных предприятий в современных рыночных условиях. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2021; (3): 130–137. <https://elibrary.ru/zyccsa>
17. Ордынец А.А. Оценка факторов, влияющих на мотивацию потребителей альтернативных продуктов питания. *Наукосфера*. 2024; (2–2): 294–298. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10721012>
18. Осталтцева О.Ю. Потребительские предпочтения и инновационные продукты питания. *Вестник Беларускага дзяржаўнага эканамічнага ўніверсітэта*. 2018; (1): 61–68. <https://elibrary.ru/ypjebx>
19. Стуканова И.П. Поведение потребителей на рынке продовольственных товаров в условиях социокультурных изменений окружающей среды. *Вестник Чувашского государственного института культуры и искусств*. 2018; 13(1): 143–145. <https://elibrary.ru/ynmdln>
20. Донскова Л.И., Крюкова Е.М., Зеленев В.В. Трансформация поведения потребителей и их предпочтений в сфере туризма под влиянием социальных изменений. *Социальная политика и социология*. 2022; 21(4): 5–13. <https://elibrary.ru/vidawt>
21. Михалев А.М. Значение социально-культурных и психологических факторов поведения потребителей для ведения бизнеса. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2023; (4–8): 135–141. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.08.04.017>
22. Кадерова В.А. Новые тенденции потребления культурно обусловленных продовольственных товаров в России. *Инициативы XXI века*. 2014; (4): 40–44. <https://elibrary.ru/tnadiv>
23. Мырзабеккызы К., Болганбаев А.Д., Келесбаев Д.Н. Влияние покупок в интернете на покупательское поведение потребителей. *Вестник Казахского университета экономики, финансов и международной торговли*. 2022; (3): 341–349 (на англ. яз.). [https://doi.org/10.52260/2304-7216.2022.3\(48\).44](https://doi.org/10.52260/2304-7216.2022.3(48).44)
24. Теличко Д.В., Матицин И.Н. Влияние нейросетей и искусственного интеллекта на интерес и поведение потребителя. *Вектор экономики*. 2021; (1): 5. <https://elibrary.ru/unozzr>
25. Долженко И.Б. Влияние цифрового маркетинга на поведение потребителей. *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2021; (10–1): 111–117. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-10-1-111-117>
6. Lemanowicz M. Innovative trends in consumer behavior in the food market in Poland. *Problems modern economy: global, national and regional context. Collection of scientific articles*. Grodno: Yanka Kupala State University of Grodno. 2020; 435–442 (in Polish). <https://elibrary.ru/xnwdvx>
8. Musatova Zh.B. Consumer behavior trends' influence on the development and regulation of the healthy food market. *Marketing management firms. Marketing MBA*. 2019; 10(4): 248–262 (in Russian). <https://elibrary.ru/iopuav>
9. Kurochkina A.A., Bikezina T.V., Orlova V.I. The impact of healthy eating trends on the market of food products. *Science and business: developing ways*. 2020; (11): 171–176 (in Russian). <https://elibrary.ru/dxhqfu>
10. Kurochkina A.A., Semenova Yu.E., Baranova A.M. Trends in Changing Consumer Behavior in the Local Goods Market. *Components of Scientific and Technological Progress*. 2021; (2): 10–13. <https://elibrary.ru/cismflf>
11. Biryukova T.V., Pavlova I.M. Assessment of changes in food behavior of consumers of meat and meat products. *Economics of Agriculture of Russia*. 2022; (6): 90–94 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/226-90>
12. Mehdiyev M.A. The impact of product innovation on consumer behavior in food sector of Azerbaijan. *Financial economy*. 2020; (12): 203–207. <https://elibrary.ru/pcqlrx>
13. Tolstikhina E.I., Demchenko S.K., Podoprighora V.G., Suslova Yu.Yu. Improving consumer behavior model as a result of digital transformation. *Economic sciences*. 2023; 227: 152–158 (in Russian). <https://elibrary.ru/zbvgrpu>
14. Nikulina T.A., Vinichuk O.Yu., Perminova G.I. Study of the behavior of Chinese consumers when choosing agricultural products on the Internet. *Trade, service, food industry*. 2022; 2(2): 124–135 (in Russian). <https://elibrary.ru/uiglno>
15. Jia Yu., Murashova E.V. Development of agricultural e-commerce in China: empirical analysis. *Moscow economic journal*. 2023; 8(9): 33 (in Russian). <https://elibrary.ru/qsuglr>
16. Rudenko A.M., Safonova S.G. Features of promotion of products of domestic agricultural enterprises in modern market conditions. *The Bulletin Donskoy State Agrarian University*. 2021; (3): 130–137 (in Russian). <https://elibrary.ru/zyccsa>
17. Ordynets A.A. Assessment of the factors influencing the motivation of consumers of alternative food products. *Naikosfera*. 2024; (2–2): 294–298 (in Russian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10721012>
18. Ostaltseva O.Yu. Consumer preferences and innovative food products. *Vestnik Belaruskaga dzyarzhaynaga ekanamichnaga yuniversiteta*. 2018; (1): 61–68 (in Russian). <https://elibrary.ru/ypjebx>
19. Stukanova I.P. Consumers' behavior on the food product market in the conditions of sociocultural changes of the environment. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo instituta kul'tury i iskusstv*. 2018; 13(1): 143–145 (in Russian). <https://elibrary.ru/ynmdln>
20. Donskova L.I., Kryukova E.M., Zelenov V.V. Transformation of Consumer Behavior and Their Preferences in the Field of Tourism Under the Influence of Social Changes. *Social Policy and Sociology*. 2022; 21(4): 5–13 (in Russian). <https://elibrary.ru/vidawt>
21. Mikhalev A.M. The importance of socio-cultural and psychological factors of consumer behavior for doing business. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2023; (4–8): 135–141 (in Russian). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.08.04.017>
22. Kaderova V.A. New trends in the culture-based food products consumption in Russia. *Initiatiivy XXI veka*. 2014; (4): 40–44 (in Russian). <https://elibrary.ru/tnadiv>
23. Myrزابekkyzy K., Bolganbayev A.D., Kelesbayev D.N. The effect of online shopping on consumers' purchasing behavior. *Herald of the Kazakh University of Economics, Finance and International Trade*. 2022; (3): 341–349. [https://doi.org/10.52260/2304-7216.2022.3\(48\).44](https://doi.org/10.52260/2304-7216.2022.3(48).44)
24. Telichko D.V., Matitsin I.N. Influence of neural networks and artificial intelligence on consumer interest and behavior. *Vector economy*. 2021; (1): 5 (in Russian). <https://elibrary.ru/unozzr>
25. Dolzhenko I.B. The impact of digital marketing on consumer behavior. *Economy and business: theory and practice*. 2021; (10–1): 111–117 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-10-1-111-117>

26. Гатаулина Е.А., Светлов Н.М. Потребление основных видов продовольствия в России при моделировании изменений климата. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2021; (3): 77–84. <https://doi.org/10.33938/213-77>
27. Сухостав Е.В. Изменение модели поведения потребителей при покупке продовольственных товаров. *Экономика, предпринимательство и право*. 2024; 14(7): 3777–3792. <https://doi.org/10.18334/epp.14.7.121111>
28. Мантрова М.С. Изменение поведения современного потребителя и концепции маркетинга в условиях цифровой трансформации. *Финансовая экономика*. 2022; (1): 55–59. <https://elibrary.ru/ehyyag>
29. Афанасьева О.Г., Макушев А.Е., Толстова М.Л., Степанов А.В. Исследование цифровой активности региональных аграриев России. *Аграрная наука*. 2022; (11): 165–173. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-165-173>
30. Корнилова Л.М., Иванов П.А. Цифровая трансформация и готовность к ней агропромышленного комплекса Чувашской Республики. *Аграрная наука*. 2022; (11): 160–164. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-160-164>
31. Головина С.Г., Ручкин А.В., Абилова Е.В. Роль цифровизации в успешном функционировании сельскохозяйственных кооперативов. *Аграрная наука*. 2023; (10): 167–174. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174>
32. Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н., Кубышкин А.В., Хвостенко Т.М. Анализ уровня потребления основных продуктов питания населением как важнейшей компоненты продовольственной безопасности региона. *Аграрная наука*. 2023; (7): 155–162. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-155-162>
33. Плахин А.Е., Огородникова Е.С., Ростовцев К.В. Проблемы становления цифровой модели в сельском хозяйстве. *Аграрная наука*. 2024; (8): 188–193. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-188-193>
34. Кузнецова А.Р., Жолдоякова Г.Е., Ахметьянова А.И., Кузнецов А.И. Тенденции мирового производства сахарной свеклы и уровень потребления сахара. *Аграрная наука*. 2024; (3): 157–162. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-157-162>

ОБ АВТОРАХ

Ибрагим Агаевич Рамазанов^{1,2}
доктор экономических наук, профессор
iaramazanov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9770-9117>

Мария Андреевна Николаева^{1,3}
доктор технических наук, профессор
man1408@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9030-6518>

Сейфуллах Агаевич Рамазанов⁴
доктор экономических наук, профессор
ram-nn@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0007-9213-6720>

¹Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, пр-т Вернадского, 82, Москва, 119571, Россия

²Российский экономический университета им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, Москва, 117997, Россия

³Государственный академический университет гуманитарных наук, Мароновский пер., 26, Москва, 119049, Россия

⁴Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, ул. им. Минина, 24, Нижний Новгород, 603155, Россия

26. Gataulina E.A., Svetlov N.M. Change in consumption of basic food in Russia in modeling climate change. *Economics, labor, management in agriculture*. 2021; (3): 77–84 (in Russian). <https://doi.org/10.33938/213-77>

27. Sukhostav E.V. Changes in consumer food purchasing patterns. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2024; 14(7): 3777–3792 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/epp.14.7.121111>

28. Mantrova M.S. Changing consumer behavior and marketing concept in the conditions of digital transformation. *Financial economy*. 2022; (1): 55–59 (in Russian). <https://elibrary.ru/ehyyag>

29. Afanasyeva O.G., Makushev A.E., Tolstova M.L., Stepanov A.V. Research of Russian regional farmers' digital activity. *Agrarian science*. 2022; (11): 165–173 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-165-173>

30. Kornilova L.M., Ivanov P.A. Digital transformation and readiness for it of the agro-industrial complex of the Chuvash Republic. *Agrarian science*. 2022; (11): 160–164 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-160-164>

31. Golovina S.G., Ruchkin A.V., Abilova E.V. The role of digitalization in agricultural cooperatives successful functioning. *Agrarian science*. 2023; (10): 167–174 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174>

32. Kuzmitskaya A.A., Korosteleva O.N., Kubyshekin A.V., Khvostenko T.M. Analysis of the level of consumption of basic foodstuffs by the population as the most important component of food security in the region. *Agrarian science*. 2023; (7): 155–162 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-155-162>

33. Plakhin A.E., Ogorodnikova E.S., Rostovtsev K.V. Problems of a digital model formation in agriculture. *Agrarian science*. 2024; (8): 188–193 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-188-193>

34. Kuznetsova A.R., Zholdoyakova G.E., Akhmetyanova A.I., Kuznetsov A.I. Trends in global sugar beet production and sugar consumption levels. *Agrarian science*. 2024; (3): 157–162 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-157-162>

ABOUT THE AUTHORS

Ibrahim Agaevich Ramazanov^{1,2}
Doctor of Economics, Professor
iaramazanov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9770-9117>

Maria Andreevna Nikolaeva^{1,3}
Doctor of Technical Sciences, Professor
man1408@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9030-6518>

Seifullah Agayevich Ramazanov⁴
Doctor of Economics, Professor
ram-nn@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0007-9213-6720>

¹Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, 82 Vernadsky Ave., Moscow, 119571, Russia

²Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russia

³State Academic University of Humanities,

26 Maronovsky Lane, Moscow, 119049, Russia

⁴Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev, 24 Minin Str., Nizhny Novgorod, 603155, Russia

В.В. Смирнова

Санкт-Петербургский федеральный
исследовательский центр Российской
академии наук, Санкт-Петербург,
Россия

✉ smirnova_vik@mail.ru

Поступила в редакцию: 14.03.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Смирнова В.В.

Research article

 creative commons

Open access

Viktoria V. Smirnova

St. Petersburg Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences,
Saint-Petersburg, Russia

✉ smirnova_vik@mail.ru

Received by the editorial office: 14.03.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Smirnova V.V.

Развитие свиноводства в Северо-Западном федеральном округе в условиях реформ

РЕЗЮМЕ

В статье анализируется развитие свиноводства на различных этапах реформирования сельского хозяйства. Сравнение тенденций по России и Северо-Западному федеральному округу (СЗ ФО) показывает, что в неблагоприятных природно-климатических условиях малые хозяйства могут существовать только при активном сотрудничестве с крупными и средними предприятиями. Политика перехода к фермерским хозяйствам в 1990 г. привела СЗ ФО к одновременной ликвидации свинокомплексов и откорму в малых хозяйствах. При восстановлении промышленного свиноводства в 2007–2013 гг. увеличилось производство в малых хозяйствах. В северных регионах целью восстановления крупных предприятий было достижение самообеспеченности мясом, в западных — привлечение инвестиций и формирование агрохолдингов. В северной зоне промышленное свиноводство было восстановлено на короткий период и прекратило развитие после снижения государственной поддержки по региональным программам. После 2018 года, когда, по оценке Национального союза свиноводов, была достигнута самообеспеченность по свинине, усилилась конкуренция между свиноводческими агрохолдингами. В СЗ ФО монополистом становится ООО «Великолукский свиноводческий комплекс». Независимые свинокомплексы вытесняются прежде всего с северных территорий, вследствие этого откорм свиней в хозяйствах населения (традиционный вид деятельности Европейского Севера) перестал существовать. Усиленная концентрация свиноводства косвенно способствует миграции населения из северных регионов, так как с выбыванием отраслей сельского хозяйства снижаются возможности для развития малого бизнеса и трудоустройства в сельской местности.

Ключевые слова: производство свинины, региональные программы, агрохолдинги, малые хозяйства, концентрация капитала, внутренний рынок, конкуренция, сельские территории

Для цитирования: Смирнова В.В. Развитие свиноводства в Северо-Западном федеральном округе в условиях реформ. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 158–167. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-158-167>

Pig breeding development in the North-Western Federal District in the context of reforms

ABSTRACT

The article analyzes the development of pig farming at various stages of agricultural reform. a comparison of trends in Russia and the Northwestern Federal District (NWFD) shows that in adverse climatic conditions, small farms can only exist with active cooperation with large and medium-sized enterprises. The policy of transition to farming in 1990 led to the simultaneous liquidation of pig farms and fattening in small farms. With the restoration of industrial pig farming in 2007–2013, production in small farms also increased. In the northern regions, the goal of restoring large enterprises was to achieve self-sufficiency in meat, in the western regions it was to attract investment and form agricultural holdings. In the northern zone, industrial pig farming was restored for a short period and stopped developing after the reduction of state support for regional programs. After 2018, when self-sufficiency in pork was achieved (according to the National Union of Pig Breeders), competition between pig agricultural holdings increased. "Velikoluksky Pig Breeding Complex" LLC becomes a monopolist in the Northwestern Federal District. Independent pig farms are being displaced primarily from the northern territories.

Key words: pork production, regional programs, agricultural holdings, small farms, capital concentration, domestic market, competition, rural areas

For citation: Smirnova V.V. Pig breeding development in the North-Western Federal District in the context of reforms. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 158–167 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-158-167>

Введение/Introduction.

За последние 30 лет отрасль свиноводства несколько раз столкнулась с существенными структурными изменениями. От крупных свинокомплексов в 1990-х годах отказались, но фермерские хозяйства не сумели обеспечить продовольственную безопасность страны. Обратный переход от мелкотоварного производства к крупным интенсивным предприятиям начался после 2007 г., когда стартовал нацпроект «Развитие АПК»¹.

Длительный период приоритетом государственной поддержки был рост производства мяса во всех регионах. В 2023 году самообеспеченность по мясу составила 101,5% [1]. По свинине полная самообеспеченность была достигнута еще в 2018 г., и сразу возникла проблема возможного перенасыщения внутреннего рынка. Генеральный директор Национального союза свиноводов Ю.И. Ковалев подчеркивал необходимость перехода к экспортно ориентированной модели развития свиноводства в 2019 г.² и по итогам 2022 г.³

По расчетам экспертов Национального союза свиноводов, рост потребления свинины за 2022–2025 гг. составит 300 тыс. т., а производство увеличится на 750 тыс. т.

В новой ситуации свиноводческие хозяйства СЗ ФО могут оказаться неконкурентоспособными. За региональный рынок местным свинокомплексам приходится бороться с предприятиями, находящимися в Черноземной зоне и имеющими дешевые ресурсы (зерно). Компенсировать рост цен на ресурсы можно выходом на внешний рынок, но это доступно только для агрохолдингов. Более 85% экспорта свинины сосредоточены в 5 крупнейших компаниях [2].

Санкции европейских стран создали предпосылки для нового витка реформирования сельского хозяйства в РФ, в том числе и в свиноводстве. Для региональной экономики важно объективно оценить состояние отдельных отраслей и определить перспективные направления государственной поддержки.

Цели исследования — рассмотреть особенности регионального рынка свинины на уровне СЗ ФО, выявить основные экономические тенденции развития и оценить влияние данной высокотехнологичной отрасли на развитие сельских территорий.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В исследовании были использованы общенаучные (диалектический подход, абстрактно-логический метод) и экономико-статистические методы. В качестве информационной базы были использованы данные Росстата⁴, рейтинги Национального союза свиноводов за 2012–2023 гг.⁵, рейтинги крупнейших предприятий России (от АО «Россельхозбанк»)⁶, региональные программы развития АПК и данные предприятий отрасли.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

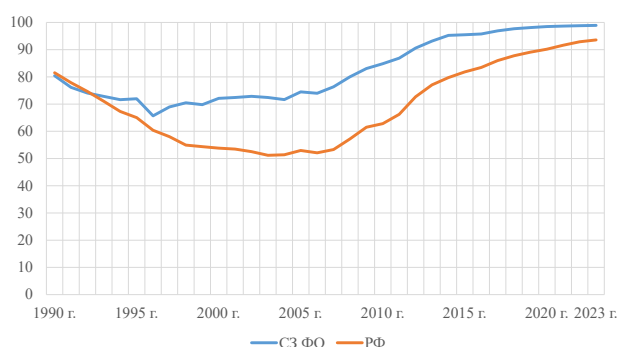
По природно-климатическим условиям регионы СЗ ФО малоприспособлены для земледелия, что предопределило животноводческую специализацию аграрного сектора. Основными отраслями в регионе были молочное животноводство, свиноводство и птицеводство.

До 1990 года в отрасли свиноводства действовали три типа хозяйств: свинокомплексы промышленного типа (на 54 тыс. и 108 тыс. свиней в год), свинофермы в многоотраслевых совхозах (1–24 тыс. гол.) и откорм свиней в хозяйствах населения. На начало реформ соотношение крестьянского и промышленного свиноводства было 1:4. В 1990 году в СЗ ФО в сельскохозяйственных организациях содержались 80% поголовья свиней, по России — 81% (рис. 1).

При реформировании незначительное количество совхозов и колхозов перешли в статус

Рис. 1. Доля сельскохозяйственных организаций в общем поголовье свиней в России и СЗ ФО в 1990–2023 гг., % (рассчитано по данным Росстата⁷.)

Fig. 1. The share of agricultural organizations in the total pig population in Russia and the NWFO in 1990–2023, % (calculated according to Rosstat data)



¹ <https://base.garant.ru/6195676/>

² <https://veterina.ru/wp-content/uploads/2020/06/OP-1-Kovalev-YUI-NSS-Veterinarnyi%CC%86-kongres-Novosibirsk-2020-V6.pdf>

³ https://kombi-korma.ru/sites/default/files/2/7-8_23/2023_07-08_02-04.pdf

⁴ <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

⁵ <http://www.servis-expo.ru/news/rejting-kрупnejshih-proizvoditelej-svininy-v-rf-po-itogam-2012-goda/>

⁶ <https://nssrf.ru/informatsiya-o-meropriyatiakh-soyuzov/news/opublikovan-rejting-kрупnejshih-proizvoditelej-svininy-v-rf-top-20-za-2023-god-/>

⁷ <https://monocle.ru/apk/2020/?ysclid=m2it6nfx8455880451>

<https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/top-50-apk-rossii/?ysclid=m2ir15yydv354898239>

⁷ Бюллетени «Поголовье сельскохозяйственных животных в хозяйствах всех категорий Российской Федерации (на конец года, тыс. гол.) в 1990–2023 гг.» и «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий».

<https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

«крестьянские (фермерские) хозяйства К(Ф)Х», а большинство выбрали форму акционерного общества (АО). Формально получившие приоритет крестьянские хозяйства не смогли стать полноценными товаропроизводителями, так как большая их часть до реформ была подсобными хозяйствами сельских жителей, у которых не было материальных средств для интенсивного производства.

В 2005 году поголовье свиней в СЗ ФО составляло 20% к уровню 1990 г., а доля сельскохозяйственных организаций снизилась до 74,5%. В кризисный период вместе с крупными комплексами прекращали производства и малые хозяйства, так как у них не было племенной базы и закупать поросят на откорм стало негде. Вместо структурной перестройки реформирование привело к деградации отрасли свиноводства.

Аналогичная ситуация наблюдалась не только в России. По данным ФАО, за 1987–2007 гг. в странах с бывшей плановой экономикой производство всех видов мяса сократилось на 30–40% [3]. Производство продукции животноводства (всех видов) в странах СНГ и Казахстана начало восстанавливаться с 2000 г., в 2018-м индекс животноводства превысил 200% от уровня 1990 г., и это следствие «вестернизации» отрасли (увеличения масштабов производства и применения интенсивных технологий) [4].

В России концентрация сельскохозяйственного производства в животноводстве идет более

высокими темпами. За 2010–2023 гг. по России доля малых хозяйств (хозяйства населения + крестьянские (фермерские) хозяйства) в производстве продукции растениеводства снизилась с 58 до 44%, в животноводстве — с 53 до 35% (табл. 1).

Сокращение производства в хозяйствах населения объясняется общими экономическими процессами: рост доходов снижает заинтересованность в выращивании продукции для собственного потребления; высокие затраты ручного труда в ЛПХ сокращают другие жизненные возможности, что заставляет отказываться от него молодых; продукция часто не соответствует требованиям рынка и ее трудно реализовать [5].

В СЗ ФО за этот период доля малых хозяйств сократилась в растениеводстве с 71 до 53%, в животноводстве — с 20 до 9%. В среднем по РФ наблюдается тенденция к сокращению доли натурального хозяйства (хозяйства населения) и увеличению вклада малых коммерческих предприятий (К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели). В СЗ ФО эта тенденция характерна только для растениеводства, в животноводстве доля К(Ф)Х снизилась после 2020 г.

Отрицательным эффектом роста «масштабов производства» становится монополизация аграрного производства. Объем продаж 50 крупнейших предприятий АПК в 2019 г. составил 2341,6 млрд руб., а в 2021-м — 3737,5 млрд руб. (табл. 2).

Таблица 1. Структура производства продукции растениеводства и животноводства по категориям хозяйств в России и СЗ ФО, % (рассчитано по данным Росстата⁸)

Table 1. The structure of crop and livestock production by category of farms in Russia and the Northwestern Federal District, % (calculated according to Rosstat data)

Категории хозяйств	Россия			СЗ ФО		
	2010 г.	2020 г.	2023 г.	2010 г.	2020 г.	2023 г.
<i>Производство растениеводства</i>						
Сельскохозяйственные организации (СХО)	42,0	56,0	55,7	28,8	46,9	46,4
Хозяйства населения	46,5	22,1	21,7	66,4	43,4	42,7
К(Ф)Х	11,5	21,9	22,6	4,8	9,6	10,9
<i>Производство животноводства</i>						
Сельскохозяйственные организации (СХО)	47,0	61,8	65,1	79,4	88,8	90,9
Хозяйства населения	49,3	32,2	29,1	18,6	8,1	6,7
К(Ф)Х	3,8	6,0	5,8	2,0	3,1	2,4

Таблица 2. Реализация продукции АПК по категориям хозяйств в фактических ценах, млрд руб. (рассчитано по данным Росстата)

Table 2. Sales of agricultural products by categories of farms in actual prices, billion rubles (calculated according to Rosstat data)

Год	Всего	Типы хозяйств			
		хозяйства населения	К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели	Сельскохозяйственные организации по всем СХО ⁸ в т. ч. топ-50 ⁹	
2019	5801,4	1659,7	793,3	3348,4	2341,6
2020	6468,8	1717,6	964,2	3787,0	2990,0
2021	7672,9	1922,0	1184,1	4566,8	3737,5
2022	8563,5	2063,7	1350,4	5149,3	н/д
2023	8341,3	2092,3	1240,7	5008,4	н/д
<i>В % к общему объему продаж по отрасли</i>					
2019	100	28,6	13,7	57,7	40,4
2020	100	26,6	14,9	58,5	46,2
2021	100	25,0	15,4	59,5	48,7
2022	100	24,1	15,8	60,1	н/д
2023	100	25,1	14,9	60,0	н/д

⁸ Бюллетени «Производство сельского хозяйства» за 2010–2023 гг.

<https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

⁹ <https://monocle.ru/apk/2020/?ysclid=m2it6nfxc8455880451>

<https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/top-50-apk-rossii/?ysclid=m2irl5yydv3548982397>

Агрохолдинги топ-50 в 2019 г. получили 40% всей выручки по отрасли АПК, в 2021-м — уже 49%. Доля топ-50 составляет свыше 80% от реализации продукции крупными сельскохозяйственными организациями (СХО), а ведь в России численность СХО — 22,8 тыс. ед.

В свиноводстве концентрация производства идет даже более высокими темпами. По данным Национального союза свиноводов, в 2010 г. 20 крупнейших свиноводческих предприятий (топ-20) произвели 840,4 тыс. т свиней на убой, что составляло 28% от общего производства, в 2023-м доля предприятий рейтинга поднялась до 71% (табл. 3).

За 2010–2023 гг. в РФ производство свинины выросло в 2 раза — с 3 до 6 млн т, сверхкрупные холдинги (топ-20) увеличили производство в 5 раз — с 0,8 до 4,3 млн т, К(Ф)Х сократили производство в 2,6 раза, хозяйства населения — в 3 раза (с 1,3 до 0,4 млн т).

Концентрация производства в свиноводстве превысила показатели дореформенного периода: в 1990 г. промышленное свиноводство обеспечивало 85% общего производства, в 2010-м — 55%, в 2023-м — 93%. В 2020–2024 гг. санкционное давление ограничило доступ предприятий к инновационным технологиям и выход российских предприятий на международный рынок.

В сложившейся ситуации роста масштабов производства недостаточно для устойчивого развития отрасли. Наиболее благоприятны для

развития свиноводства области Черноземной зоны, но даже в этом регионе в 2022 году на фоне ухудшения общеэкономической ситуации в 5 из 10 крупнейших предприятий конечным финансовым результатом деятельности стал чистый убыток [6].

В Нечерноземной зоне большая часть земель непригодна для выращивания зерновых. В отличие от южных регионов, повысить конкурентоспособность путем вертикальной интеграции всех этапов производства невозможно. Рентабельность производства крупных хозяйств достигается через контроль регионального рынка.

В СЗ ФО самым крупным агрохолдингом является ООО «Великолукский свиноводческий комплекс». В топ-20 этот агрохолдинг входит с 2013 г., за 10 лет поднялся с 18-го на 5-е место рейтинга. За 2013–2023 гг. производство свиней в СЗ ФО в хозяйствах всех категорий выросло в 2,5 раза (со 174,1 до 439,5 тыс. т), в сельскохозяйственных организациях — в 2,7 раза (со 160,4 до 435,3 тыс. т), а агрохолдинг увеличил объем производства в 11 раз (с 28 до 315,2 тыс. т). В 2023 г. доля агрохолдинга составляла 72% от производства свинины в СХО (рис. 2). Одновременно с ростом производства в ООО «Великолукский свиноводческий комплекс» происходит сокращение производства в других категориях хозяйств: независимых свинокомплексах, крестьянских (фермерских) хозяйствах, хозяйствах населения (рис. 2, 3).

Таблица 3. Производство свиней на убой (в живом весе) по типам хозяйств в России в 2010–2023 гг.¹⁰

Table 3. Production of pigs for slaughter (in live weight) by type of farms in Russia in 2010–2023

Типы хозяйств	Производство свиней на убой (живой вес), тыс. т					2023 г в % к 2010 г.
	2010 г.	2013 г.	2018 г.	2020 г.	2023 г.	
Всего по отрасли	2999,1	3611,2	4797,1	5472,8	6061,1	202,1
Хозяйства населения	1346,4	1010,0	668,6	582,8	433,0	32,2
К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели	90,4	68,3	57,1	51,3	34,4	38,1
Сельскохозяйственные организации	1562,3	2532,9	4071,4	4838,6	5593,7	358,0
Топ-20 ¹¹	840,4	1408,0	2683,8	3484,7	4315,7	513,8

Рис. 2. Производство свиней на убой в живом весе в СЗ ФО (в сельскохозяйственных организациях) в 2013–2023 гг., тыс. т (рассчитано по данным Росстата)¹²

Fig. 2. Production of pigs for slaughter in live weight in the Northwestern Federal District (in agricultural organizations) in 2013–2023, thousand tons (calculated according to Rosstat data)

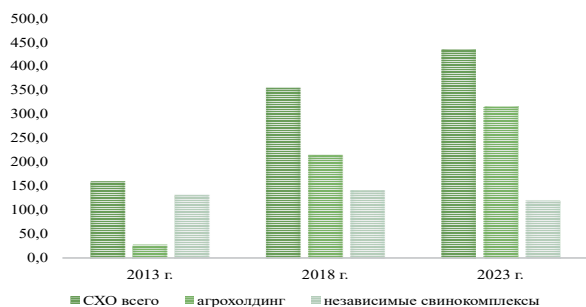
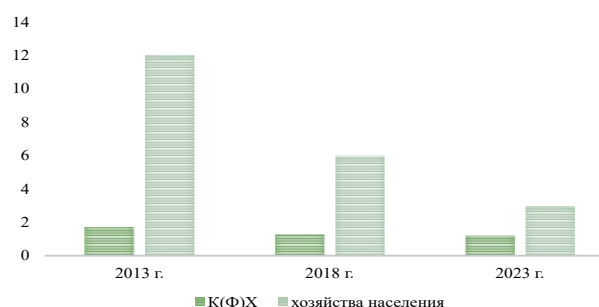


Рис. 3. Производство свиней на убой в живом весе в малых формах хозяйствования (фермерские хозяйства и хозяйства населения) в 2013–2023 гг., тыс. т (рассчитано по данным Росстата)

Fig. 3. Production of pigs for slaughter in live weight in small forms of management (farms and households) in 2013–2023, thousand tons (calculated according to Rosstat data)



¹⁰ Бюллетень «Производство продуктов животноводства в Российской Федерации». <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

¹¹ По данным рейтинга НСС за 2010 г. (<https://www.agroinvestor.ru/companies/article/11843-vyrosli-na-myase/-2023>) и рейтингов топ-20 за 2013–2023 гг. (<https://nssrf.ru/informatsiya-o-meropriyatiyakh-soyuza/news/opublikovan-reyting-krupneyshikh-proizvoditeley-svininy-v-rf-top-20-za-2023-god-/>)

¹² Бюллетени «Производство продуктов животноводства в Российской Федерации». <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

В СЗ ФО при откорме нескольких голов свиней и продажи их на убой хозяин не оправдывает даже затрат на корма (в регионе высокие цены на комбикорма для свиней на 10–15% выше среднероссийских и низкие цены при закупке животных у малых хозяйств). Это актуально для любых форм малых хозяйств. За 10 лет производство свинины в фермерских хозяйствах снизилось на 30%, в хозяйствах населения — в 4 раза (рис. 3).

Сложнее объяснить сокращение производства на средних предприятиях. До 2018 г. почти во всех областях успешно функционировали промышленные комплексы на 103 тыс. гол. За 2013–2018 гг. производство продукции свиноводства в независимых СХО увеличилось на 6%, а в 2018–2023 гг. уменьшилось на 15%. Сокращение количества промышленных предприятий среднего размера

усилилось после 2018 г. (достижения самообеспеченности свининой), что позволяет предположить недобросовестную конкуренцию. Передовые технологии агрохолдингов помогают снижать цены (на короткий период) и выдавливать с рынка средние и малые коммерческие предприятия. В СЗ ФО процесс «выдавливания конкурентов» идет очень активно, так как потенциальный рынок для лидера резко сократился. ООО «Великолукский свиноводческий комплекс» увеличивал производство в расчете на внутренний рынок. При планируемом потреблении в 32–33 кг на душу населения в год этот агрохолдинг закроет 70–80% потребностей населения СЗ ФО в свинине.

В СЗ ФО поддержка свиноводства сформировала две модели развития — западную и северную (табл. 4). В западных областях России

Таблица 4. Региональная поддержка свиноводства по регионам СЗ ФО (по программам до 2020 г.)

Table 4. Regional support for pig breeding by regions of the Northwestern Federal District (according to programs until 2020)

Стратегическая цель развития АПК	Задачи для поддержки АПК	Региональные программы	Результат по свиноводству
Западные регионы			
<i>Калининградская область</i>			
Создание агропромышленного кластера. Расширение межрегиональных связей. Увеличение экспорта продовольствия в европейские страны	Приоритетная поддержка новых отраслей в АПК. Распространение инновационных технологий во всех отраслях АПК	ЦП «Основные направления развития агропромышленного комплекса Калининградской области на 2007–2016 годы»	Рост производства свинины в 2,5 раза: 2012 г. — 25,1 тыс. т, 2022 г. — 63,8 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 104,4%
<i>Ленинградская область</i>			
Повышение конкурентоспособности областной продукции на региональном и межрегиональных продовольственных рынках. Обеспечение экологической безопасности с.-х. производства	Стимулирование роста производства в базовом и в долгосрочном периоде во всех отраслях АПК. Обеспечение эпизоотической безопасности в свиноводстве	Государственная программа «Развитие сельского хозяйства Ленинградской области на 2013–2020 гг.». Краткосрочные программы по отраслям АПК	Небольшой рост производства свинины: 2012 г. — 26,4 тыс. т, 2022 г. — 30,8 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 160,1%
<i>Новгородская область</i>			
Повышение финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций. Достижение самообеспеченности региона по основным продуктам питания	Стимулирование роста производства и переработки основных видов с.-х. продукции. В свиноводстве — развитие переработки мяса и предупреждение возникновения АЧС	Долгосрочная областная целевая программа «Развитие АПК Новгородской области на 2013–2020 гг.». Краткосрочные программы по основным отраслям	Сокращение производства свинины в 2 раза: 2012 г. — 21,1 тыс. т, 2022 г. — 11,2 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 239,8%
<i>Псковская область</i>			
Повышение конкурентоспособности продукции АПК. Повышение финансовой устойчивости предприятий АПК. Устойчивое развитие сельских территорий	Стимулирование роста производства основных видов сельскохозяйственной продукции и их переработки. В свиноводстве — поддержка крупных проектов	Государственная программа «Развитие сельского хозяйства Псковской области на 2013–2020 гг.»	Рост производства свинины в 16 раз: 2012 г. — 15,3 тыс. т, 2022 г. — 244,4 тыс. т, 2022 г. — 197,8 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 349,1%
Северные регионы			
<i>Архангельская область</i>			
Повышение инвестиционной привлекательности аграрной отрасли. Поддержка многоукладности сельской экономики	Поддержка инвестиционных проектов в скотоводстве. Развитие малых предприятий АПК	Региональная программа «Развитие АПК в Устьянском районе “От поля до прилавка”». Для свиноводства программ нет	Производство свинины: 2012 г. — 1,6 тыс. т, 2022 г. — 0,2 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 6,9%
<i>Республика Карелия</i>			
Создание благоприятного инвестиционного климата для развития всех отраслей АПК	Поддержка крупных инвестиционных проектов в АПК	По приоритетным направлениям — региональные программы. В свиноводстве нет	Производство свинины: 2012 г. — 1,8 тыс. т, 2022 г. — 0,2 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 4,2%
<i>Мурманская область</i>			
Сдерживание роста цен на продукты питания. Создание благоприятных условий для привлечения инвестиций во все отрасли АПК	Поддержка инвестиций в строительство и реконструкцию предприятий АПК и перерабатывающей промышленности	Закон Мурманской области «О государственной поддержке инвестиционной деятельности на территории Мурманской области»	Производство свинины: 2012 г. — 4,7 тыс. т, 2022 г. — 0,1 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 1,4%
<i>Вологодская область</i>			
Рост объемов производства продукции животноводства. Производство свинины планировалось увеличить в 2 раза	Комплексная модернизация предприятий АПК (в том числе свиноводческих комплексов) и перерабатывающей промышленности	Долгосрочная целевая программа «Развитие мясного животноводства Вологодской области на 2011–2020 гг.»	Производство сокращается: 2012 г. — 11,3 тыс. т, 2022 г. — 6,2 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 33,8%

Окончание табл. 4 на стр. 164

Продолжение табл 4. Начало на стр. 163

Стратегическая цель развития АПК	Задачи для поддержки АПК	Региональные программы	Результат по свиноводству
Республика Коми			
Достижение самообеспеченности региона по основным продуктам питания (по мясу — до 35%). Конкурсный отбор инвестиционных проектов в АПК. Поддержка инновационного развития СХО	Модернизация объединенного птицеводческого и свиноводческого комплекса — ОАО «Птицефабрика „Зеленецкая“»	ГП Республики Коми «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, развитие рыбохозяйственного комплекса»	Рост производства свинины: 2012 г. — 2,6 тыс. т, 2022 г. — 7,2 тыс. т. Самообеспеченность по мясу в 2022 г. — 43,4%

(Калининградской, Ленинградской, Новгородской и Псковской) приоритет привлечения крупных инвестиций сложился при разработке региональных программ на 2008–2012 гг. Самообеспеченность по мясу была достигнута еще в 2015 г., поэтому для всех отраслей приоритетами в развитии стали повышение конкурентоспособности предприятий, обеспечение финансовой устойчивости и внедрение инновационных технологий.

В северных регионах производство аграрной продукции решает две задачи — повышение уровня самообеспеченности основными продуктами питания и закрепление населения в сельской местности [7, 8].

На федеральном уровне поддержка северных регионов крайне нестабильна: «В последние годы ранее четко разграниченное социальное северное (для поощрения работников здесь жить) и арктическое экономическое (для поощрения работодателей здесь работать) законодательство постепенно утрачивает прежнюю четкость дифференциации» [9]. Правовая нестабильность ведет к резким изменениям в направлениях региональной поддержки и изменениям долгосрочных приоритетов с каждой пятилеткой.

В программах регионального развития северных областей на 2008–2012 гг. приоритетом было достижение самообеспеченности по мясу, поддержка свиноводства и птицеводства была высокой [10]. В программах на 2013–2020 гг. приоритеты были сменены на повышение инвестиционной привлекательности, так же как в западных областях.

Уровень региональной поддержки свинокомплексов резко снизился, поддержка К(Ф)Х носит декларативный характер. В программах на

2020–2025 гг. приоритет отдан развитию сельских территорий без учета необходимости сохранения местного производства. Сложившаяся ситуация привела к сокращению производства свинины в северных регионах и росту — в западных областях (табл. 5).

Единственным северным регионом, в котором выросло производство свинины, является Республика Коми (в три раза за 10 лет). В Республике Карелия, Архангельской и Мурманской областях отрасль свиноводства фактически ликвидирована (оставшиеся 0,1–0,2 тыс. т — хозяйства населения.) В Вологодской области в советский период свиноводство было одной из приоритетных отраслей, при реформировании было создано много К(Ф)Х. В 2000 г. в Вологодской области функционировали 19 свиноводческих предприятий, в 2010-м — 5 свинокомплексов, в 2023-м — только 2. За последние 10 лет производство свинины в Вологодской области сократилось в 2 раза — с 11,3 до 6,0 тыс. т.

Успех Республики Коми обусловлен региональной поддержкой ОАО «Зеленецкий». Но возможно, что в региональных программах до 2030 г. поддержка местного производства сократится, ведь стратегическая цель («достижение самообеспеченности по мясу в 35%») уже достигнута. В этом случае возможен повтор ситуации Мурманской области: в 2012 г. была завершена модернизация свинокомплекса «Пригородный», а в 2016-м он обанкротился, так как без региональной компенсации затрат на корма потерял рентабельность.

Необходимость в государственной поддержке для сохранения аграрного производства наблюдается и в Республике Саха (Якутия) [11]. Таким

Таблица 5. Производство свиней на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий по регионам СЗ ФО в 2013–2023 гг., тыс. т

Table 5. Production of pigs for slaughter (in slaughter weight) in farms of all categories by regions of the Northwestern Federal District in 2013–2023, thousand tons

Регион	2013 г.	2018 г.	2020 г.	2023 г.	2023 г. в % к 2013 г.
Республика Карелия	1,7	1,6	0,3	0,1	8,5
Республика Коми	2,5	6,9	7,5	7,3	291,2
Архангельская область	1	0,6	0,4	0,2	22,1
Вологодская область	11,3	6,5	6,9	6,0	52,7
Мурманская область	4,1	0,7	0,5	0,2	4,2
Сумма по северным регионам	20,6	16,3	15,7	13,8	66,9
Калининградская область	26,7	27,4	52,7	57,9	216,8
Ленинградская область	25,9	27,8	25,8	29,3	112,9
Новгородская область	24,9	24,2	20,3	8,8	35,2
Псковская область	34	173,6	244,4	191,9	564,3
Сумма по западным областям	111,5	253,0	343,2	287,8	258,1
Всего по СЗ ФО	132,1	269,3	358,9	301,5	228,3

образом, эта проблема затрагивает не только арктические территории, но и местность, где климат позволяет вести сельское хозяйство. А.И. Костяев подчеркивает, что сокращение аграрного производства ведет к образованию «зон запустения» в сельской местности [12] и для северных территорий важно сохранять животноводство [13].

В северных регионах новые виды деятельности (туризм, органическое производство) развиты слабо. Диверсификации сельского бизнеса не происходит, сокращение традиционных отраслей деятельности приводит к падению доходов населения в отдаленных районах [14]. Государственная поддержка развития малых предприятий, не связанных с сельским хозяйством, оказалась неэффективной. Фактически за 2012–2016 гг. количество занятых в малых формах хозяйствования сократилось во всех северных регионах (в Мурманской области, республиках Карелия и Коми, Сахалинской области, на Камчатке, в Ханты-Мансийском АО), темпы прироста оборота малых предприятий указанных регионов показывают отрицательную динамику [15].

По индексу конкурентоспособности регионов, проведенной Леонтьевским центром по методике AV RCI, у 4 областей (Ленинградской, Мурманской, Калининградской и Вологодской) низкий уровень конкурентоспособности, остальные 5 регионов являются неконкурентоспособными. Самый низкий показатель у Псковской области, в рейтинге она занимает 78-е место из всех регионов РФ¹³. Такая низкая оценка регионов СЗ ФО определяется низким уровнем инвестиций, слабо развитой инфраструктурой, низкой плотностью населения.

Снижение количества сельскохозяйственных предприятий (в том числе свиноводческих) создает замкнутый круг: уменьшение количества рабочих мест в сельской местности — падение уровня жизни населения — потеря трудовых ресурсов — низкая инвестиционная привлекательность региона, что снова ведет к сокращению количества предприятий.

Агрохолдинги обеспечивают рост производства продуктов питания, но не развитие сельской местности.

Сложившаяся политика «холдингизации» создает особые условия для развития крупного бизнеса и выдавливания малого, что отрицательно сказывается на достижении целей, которые ставит перед собой государство в части роста доходов сельского населения и развития сельских

территорий [16]. Это подтверждается опытом Псковской области, в которой высокотехнологичное аграрное производство (свиноводство, птицеводство, перерабатывающие предприятия) сосредоточено в двух городах — Пскове и Великих Луках. В Псковской области за 1991–2023 гг. численность сельского населения сократилась с 307,8 тыс. до 164,5 тыс. человек. Плотность населения снижается быстрее, чем на Крайнем Севере [17].

Выводы/Conclusions

При всех структурных перестройках свиноводство СЗ ФО сохраняло промышленный характер. В условиях активной поддержки фермерства в 1990–2000 годах доля малых хозяйств достигла 20%. В настоящее время почти 100% свинины СЗ ФО производят крупные свиноккомплексы, в том числе 72% — агрохолдинг ООО «Великолукский свиноводческий комплекс». Концентрация производства в свиноводстве СЗ ФО усиливается.

Проведенное исследование подтвердило высокую зависимость развития отрасли свиноводства от направлений государственной поддержки. При восстановлении отрасли льготные кредиты предоставляли крупным предприятиям. На региональном уровне была поставлена цель «достижение самообеспеченности мясом» и просубсидировано строительство новых или модернизация существующих свиноккомплексов во всех областях и республиках СЗ ФО. После прекращения действия этих программ рост производства свинины сохранился в 4 регионах: Псковской, Калининградской и Ленинградской областях, Республике Коми.

Высокие цены на ресурсы и снижение цен на продукцию привели к массовому банкротству свиноккомплексов на севере региона, а вслед за этим прекратилось разведение свиней в К(Ф)Х и ЛПХ. Для сохранения свиноводства, как традиционного вида деятельности населения Европейского Севера, недостаточно формальной поддержки малых хозяйств. Необходимо обеспечить их взаимодействие средними предприятиями региона.

Рост производства в ООО «Великолукский свиноводческий комплекс» не стимулировал развития сельских территорий. Население в сельской местности Псковской области быстро сокращается из-за отсутствия рабочих мест. По индексу конкурентоспособности регионов Псковская область занимает последнее место среди регионов СЗ ФО РФ.

¹³ <https://lc-av.ru/wp-content/uploads/2022/11/AV-RCI-NatGoals-Report-221030.pdf>

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.
Автор несет ответственность за плагиат.
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.
The author is responsible for plagiarism.
The author declared no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания по бюджетной теме № FFZF-2025-0015.

FUNDING

The materials was carried out within the framework of the State assignment on the budget topic No. FFZF-2025-0015.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головина С.Г., Кузнецова А.Р., Хайруллин М.Ф. Продовольственная безопасность: угрозы, вызовы, возможности. *Аграрная наука*. 2024; (12): 173–181. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-173-181>
2. Кухлевская Ю. Свиноводство-2023: от режима адаптации к устойчивому развитию. *Эффективное животноводство*. 2023; (8): 112–115. <https://www.elibrary.ru/aoyeyx>
3. Смирнова В.В. Глобализация в аграрном производстве России. *Век глобализации*. 2023; (1): 119–127. <https://doi.org/10.30884/vglob/2023.01.10>
4. Петрик М. Постсоветская трансформация сельского хозяйства: и все-таки успех? *Крестьяноведение*. 2022; 7(1): 103–130. <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2022-7-1-103-130>
5. Вегрен С., Троцук И.В. Парадоксы развития личного подсобного хозяйства в современной России. *Крестьяноведение*. 2019; 4(4): 22–49. <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2019-4-4-22-49>
6. Мусьял А.В., Жилияков Д.И., Виткалова С.О., Петрушина О.В. Эффективность свиноводства и его место в структуре агропроизводства в регионах Черноземья. *Вестник евразийской науки*. 2023; 15(6): 33. <https://www.elibrary.ru/usnvba>
7. Иванов В.А. Особенности обеспечения продовольственной безопасности населения Севера и Арктики России. *Арктика: экология и экономика*. 2021; 11(4): 596–606. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2021-4-596-606>
8. Иванов В.А. Повышение роли регионов Севера и Арктики в обеспечении продовольственной безопасности России. *Экономические и социальные проблемы России*. 2023; (1): 62–85. <https://doi.org/10.31249/espr/2023.01.03>
9. Пилясов А.Н. Состав арктических территорий для государственной поддержки: куда идти? *Арктика и Север*. 2024; 56: 92–111. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.92>
10. Смирнова В.В. Влияние государственной поддержки на развитие сельского хозяйства и сельских территорий Европейского Севера России. *Арктика: экология и экономика*. 2021; 11(1): 135–145. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2021-1-135-145>
11. Роднина Н.В. Продовольственное самообеспечение и государственная поддержка региона (на примере Республики Саха (Якутия)). *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2022; (9): 36–39. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2022-0-9-36-39>
12. Костяев А.И., Никонова Г.Н. Развитие процессов территориальной дифференциации аграрного производства Нечерноземья и их современные тренды. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2021; 14(4): 150–168. <https://doi.org/10.15838/esc.2021.4.76.9>
13. Костяев А.И., Никонова Г.Н. Влияние отраслей животноводства на развитие сельских территорий. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021; 22(4): 608–619. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619>
14. Ускова Т.В. Пространственные аспекты устойчивого развития региона. *Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития*. 2021; (1): 81–88. <https://doi.org/10.52897/2411-4588-2021-1-81-88>
15. Баранов С.В. и др. Регионы Севера и Арктики Российской Федерации: современные тенденции и перспективы развития. Апатиты: Кольский научный центр РАН. 2017; 171. ISBN 978-5-91137-363-4. <https://www.elibrary.ru/ymcusu>
16. Узун В.Я., Шагайда Н.И., Гатаулина Е.А., Шишкина Е.А. Холдингизация агробизнеса России. М.: Дело. 2022; 341. ISBN 978-5-85006-446-4. <https://www.elibrary.ru/lrjrsf>
17. Смирнова В.В. Влияние агрохолдингов на территориальное разделение труда. Взаимодействие города и села в современном обществе: тенденции, проблемы, перспективы. Никоновские чтения — 2021. Материалы XVI Международной научно-практической конференции. М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова. 2021; 47–49. <https://www.elibrary.ru/lwfyhc>

ОБ АВТОРАХ

Виктория Викторовна Смирнова

кандидат экономических наук, доцент,
старший научный сотрудник
smirnova_vik@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8345-8444>

Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук,
14-я линия Васильевского острова, 39,
Санкт-Петербург, 199178, Россия

REFERENCES

1. Golovina S.G., Kuznetsova A.R., Khayrullin M.F. Food security: threats, challenges, opportunities. *Agrarian science*. 2024; (12): 173–181 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-173-181>
2. Kuchlevskaya Yu. Pig farming-2023: from the mode of adaptation to sustainable development. *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2023; (8): 112–115 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/aoyeyx>
3. Smirnova V.V. Globalization in agricultural production in Russia. *Age of Globalization*. 2023; (1): 119–127 (in Russian). <https://doi.org/10.30884/vglob/2023.01.10>
4. Petrick M. Post-Soviet transformation of agriculture: a success after all?. *Russian peasant studies*. 2022; 7(1): 103–130 (in Russian). <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2022-7-1-103-130>
5. Wegren S., Trotsuk I.V. The paradoxes of smallholders in contemporary Russia. *Russian peasant studies*. 2019; 4(4): 22–49 (in Russian). <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2019-4-4-22-49>
6. Musyal A.V., Zhilyakov D.I., Vitkalova S.O., Petrushina O.V. Development of the beef cattle industry in the regions of the Central Black-Earth region. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(6): 33 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/usnvba>
7. Ivanov V.A. Features ensuring food security for the population of the North and Arctic of Russia. *Arctic: Ecology and Economy*. 2021; 11(4): 596–606 (in Russian). <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2021-4-596-606>
8. Ivanov V.A. Increasing the role of the regions of the North and the Arctic in ensuring Russia's food security. *Economic and social problems of Russia*. 2023; (1): 62–85 (in Russian). <https://doi.org/10.31249/espr/2023.01.03>
9. Pilyasov A.N. Composition of Arctic Territories for State Support: Which Way to Choose?. *Arctic and North*. 2024; 56: 92–111 (in Russian). <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.92>
10. Smirnova V.V. Impact of state support on the development of agriculture and rural areas in the European North of Russia. *Arctic: Ecology and Economy*. 2021; 11(1): 135–145 (in Russian). <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2021-1-135-145>
11. Rodnina N.V. Food self-sufficiency and state support of the region (on the example of the Republic of Sakha (Yakutia)). *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2022; (9): 36–39 (in Russian). <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2022-0-9-36-39>
12. Kostyaev A.I., Nikonova G.N. Developing territorial differentiation processes of agricultural production in the Non-Black Earth Region and their current trends. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2021; 14(4): 150–168 (in Russian). <https://doi.org/10.15838/esc.2021.4.76.9>
13. Kostyaev A.I., Nikonova G.N. Impact of livestock industries on rural development. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021; 22(4): 608–619 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619>
14. Uskova T.V. Spatial aspects of the region's sustainable development. *Economics of the North-West: problems and prospects of development*. 2021; (1): 81–88 (in Russian). <https://doi.org/10.52897/2411-4588-2021-1-81-88>
15. Baranov S.V. et al. The regions of the North and the Arctic of the Russian Federation: current trends and development prospects. Апатиты: Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences. 2017; 171 (in Russian). ISBN 978-5-91137-363-4. <https://www.elibrary.ru/ymcusu>
16. Uzun V.Ya., Shagayda N.I., Gataulina E.A., Shishkina E.A. Holdingization of Russian agribusiness. Moscow: Delo. 2022; 341 (in Russian). ISBN 978-5-85006-446-4. <https://www.elibrary.ru/lrjrsf>
17. Smirnova V.V. The influence of agricultural holdings on the territorial division of labor. *The interaction of town and village in modern society: trends, problems, prospects. Nikonov Readings — 2021. Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference*. Moscow: All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov. 2021; 26: 47–49 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lwfyhc>

ABOUT THE AUTHORS

Victoria Viktorovna Smirnova

Candidate of Economic Sciences, Associate
Professor, Senior Researcher.
smirnova_vik@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8345-8444>

St. Petersburg Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences,
39 14th line of Vasilievsky ostrov,
Saint Petersburg, 199178, Russia

С.В. Акчурин ✉

И.В. Акчурина

С.М. О니кова

Российский государственный
аграрный университет — МСХА
им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ sakchurin@rgau-msha.ru

Поступила в редакцию: 01.04.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Акчурин С.В., Акчурина И.В.,
Оникова С.М.

Sergey V. Akchurin ✉

Irina V. Akchurina

Sofia M. Onikova

Russian State Agrarian University —
Moscow Timiryazev Agricultural
Academy, Moscow

✉ sakchurin@rgau-msha.ru

Received by the editorial office: 01.04.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Akchurin S.V., Akchurina I.V., Onikova S.M.

Российские студенческие стартапы в сфере содержания и лечения животных

РЕЗЮМЕ

Для выявления основных направлений студенческих предпринимательских проектов в сфере содержания и лечения животных проведен анализ студенческих стартапов, поддержанных Фондом содействия инноваций в 2024 г., и представлены его результаты. В 2024 году Фондом содействия инноваций были поддержаны 111 (4,8%) стартапов в сфере содержания и лечения животных, представленных 41 вузом. Большинство стартапов выполнены в рамках направления «Биотехнология» (83,8%). Тематически все анализируемые стартапы представляют три основные группы: «Ветеринарная медицина и благополучие животных» (35,1%), «Корма и кормовые добавки» (34,2%), «Технологии содержания и разведения животных» (30,6%). У большинства вузов (56,1%) фондом поддержано по одному стартап-проекту в области содержания (лечения) животных. У трех вузов (Новосибирском ГАУ, Казанской ГАВМ, ГАУ Северного Зауралья) суммарно поддержаны 32 проекта (28,8%). В 37,0% стартап-проектов название вида животного не указывалось. Среди названий стартап-проектов с указанием вида животного доминируют сельскохозяйственные животные (72,9%), животные-компаньоны упоминаются в 22,9% названий.

Ключевые слова: студенческие стартапы, животные, статистический анализ, предпринимательство, университеты

Для цитирования: Акчурин С.В., Акчурина И.В., Оникова С.М. Российские студенческие стартапы в сфере содержания и лечения животных. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 166–170.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-166-170>

Russian student startups in the field of animal care and treatment

ABSTRACT

In order to identify the main directions of student entrepreneurial projects in the field of animal husbandry and treatment, an analysis of student startups supported by the Foundation for the Promotion of Innovation in 2024 was conducted, and its results are presented. In 2024, the Innovation Promotion Fund supported 111 (4.8%) startups in the field of animal husbandry and treatment, represented by 41 universities. The majority of startups are implemented in the field of Biotechnology (83.8%). Thematically, all the analyzed startups represent three main groups: Veterinary Medicine and Animal Welfare (35.1%), Feed and Feed Additives (34.2%), and Animal Husbandry and Breeding Technologies (30.6%). In most universities (56.1%), the foundation has supported one startup project in the field of animal husbandry (treatment). a total of 32 projects (28.8%) were supported by three universities (Novosibirsk State Agrarian University, Kazan State Pedagogical University, and the State Agrarian University of the Northern Urals). In 37.0% of startup projects, the name of the animal species was not indicated. Among the names of startup projects indicating the type of animal, farm animals dominate (72.9%), companion animals are mentioned in 22.9% of the names.

Key words: student startups, animals, statistical analysis, entrepreneurship, universities

For citation: Akchurin S.V., Akchurina I.V., Onikova S.M. Russian student startups in the field of animal care and treatment. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 166–170 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-166-170>

Введение/Introduction

Технологическое лидерство — одна из национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года¹. Достижение указанной цели предусматривает решение ряда задач, в том числе обеспечение технологической независимости и формирование новых рынков по ряду важных направлений, включая продовольственную безопасность, увеличение к 2030 году выручки малых технологических компаний не менее чем в 7 раз по сравнению с уровнем 2023 года и др.

Для достижения поставленной цели высокую значимость имеют предпринимательские технологические проекты в области сельского хозяйства, и в первую очередь, созданные в университетской среде. Университеты считаются наилучшим местом для создания новых инновационных предприятий и распространения предпринимательских навыков и знаний [1, 2]. Университеты, являясь основным источником передовых знаний, играют важную роль в обучении людей, которые способны приобретать, преобразовывать и использовать такие знания [3]. Такие люди часто являются студентами, которые способны применять свои знания, чтобы оказывать влияние на общество посредством создания новых инновационных предприятий или распространять их, выходя на рынок труда [4].

Важное значение имеет качество предпринимательского образования, реализуемого университетами.

Одним из мощных инструментов для создания продуктов предпринимательского образования следует считать бенчмаркинг [5]. Бенчмаркинг — это процесс выявления, изучения и адаптации лучшей практики и опыта других организаций для улучшения деятельности собственной организации [6].

В Российской Федерации оказывается государственная поддержка предпринимательским проектам. Основным федеральным проектом и наиболее крупной инициативой последних лет, направленной на поддержку университетского предпринимательства, является федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства»². Проект, охватывающий сотни вузов и десятки тысяч студентов, предлагает разнообразные меры поддержки предпринимательства: тренинги, акселерационные программы, гранты на развитие стартапов, стартап-студии и др.

В рамках платформы реализуется проект «Студенческий стартап», организуемый Фондом содействия инновациям³. В проекте могут принять участие физические лица, обучающиеся в

аккредитованных образовательных организациях высшего образования Российской Федерации по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры или аспирантуры.

Финансовая поддержка предоставляется в виде денежных средств, предоставляемых на безвозмездной и безвозвратной основе на выполнение стартап-проектов, отобранных по результатам конкурса.

Размер гранта составляет 1 млн рублей.

Направления программы:

- цифровые технологии;
- медицина и технологии здоровьесбережения;
- новые материалы и химические технологии;
- новые приборы и интеллектуальные производственные технологии;
- биотехнологии;
- ресурсосберегающая энергетика;
- креативные индустрии.

Приоритетными направлениями отбора стартап-проектов являются микроэлектроника, беспилотные летательные аппараты, станкостроение, искусственный интеллект, цифровые технологии, персонализированная медицина, агробиотехнологии.

Конкурс проводится с 2022 года, и за прошедшее время были проведены 5 отборов победителей.

Цель исследования — на основании контент-анализа названий студенческих стартапов, поддержанных Фондом содействия инноваций в 2024 г., выявить основные направления студенческих предпринимательских проектов в сфере содержания и лечения животных.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектом исследования являлись названия студенческих стартапов, поддержанных Фондом содействия инноваций в 2024 г.⁴, тематика которых была связана с содержанием и лечением животных.

В ходе исследования на основании контент-анализа были отобраны названия студенческих стартапов, посвященных содержанию и лечению животных (далее — стартапы), проведен их статистический анализ по направлениям конкурса «Студенческий стартап», по вузам — инициаторам проектов, по тематике проектов.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате проведенного контент-анализа в генеральную совокупность студенческих стартапов, поддержанных Фондом содействия

¹ Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

² Платформа университетского предпринимательства www.univertechpred.ru (дата обращения: 31.03.2025).

³ <https://fasie.ru/>

⁴ Официальный сайт Фонда содействия инновациям. <https://www.fasie.ru/programs/programma-studstartup/> (дата обращения: 18.01.2025).

инноваций в 2024 г., вошли 2290 наименований, из них 111 (4,8%) проектов были посвящены содержанию и лечению животных. На рисунке 1 представлено распределение стартапов по направлениям конкурса «Студенческий стартап».

Фондом были поддержаны заявки 41 вуза. Распределение стартапов по вузам — инициаторам проектов представлено на рисунке 2.

Студенческие стартап-проекты были дополнительно распределены экспертами на категории: «Ветеринарная медицина и благополучие животных», «Корма и кормовые добавки», «Технологии содержания и разведения животных». Наибольшее количество проектов было представлено в категории «Ветеринарная медицина и благополучие животных» — 39 ед. Сведения о распределении стартапов по категориям представлены на рисунке 3.

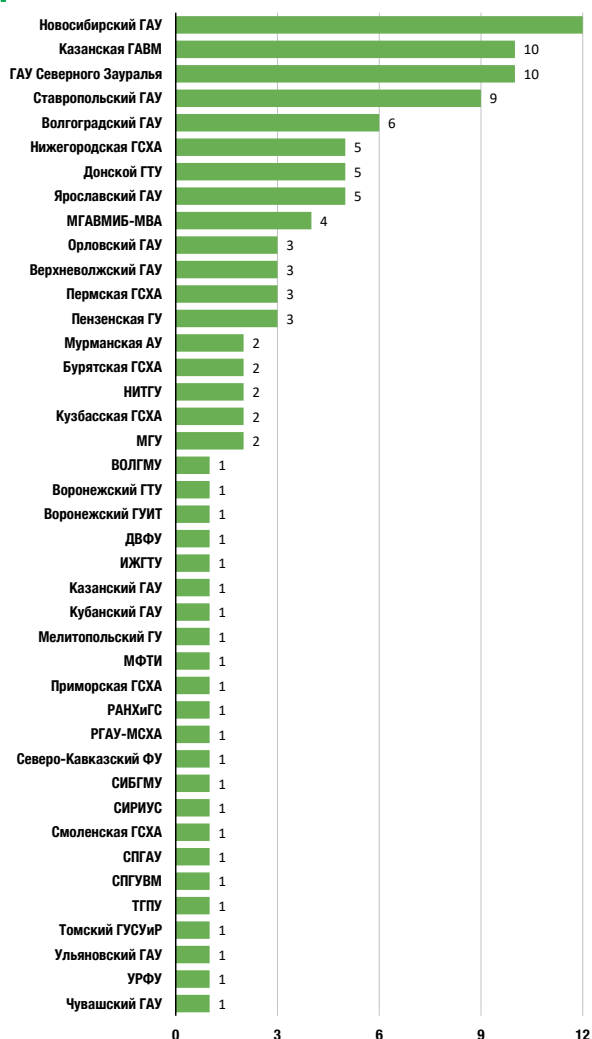
Распределение стартапов по упоминанию видов животных представлены на рисунке 4.

Идеи новых продуктов, реализуемых при создании предприятия, в рамках категорий:

- «Ветеринарная медицина и благополучие животных»: антисептическое средство; препараты

Рис. 2. Распределение стартапов по вузам — инициаторам проектов

Fig. 2. Distribution of startups by university initiators of projects



для лечения термических повреждений кожи, злокачественных новообразований, суставных патологий, мастита, респираторных болезней, тимпании, офтальмопатий, паразитозов, диагностики акушерско-гинекологических патологий, профилактики кишечных инвазий, нарушений

Рис. 1. Распределение стартапов по направлениям конкурса «Студенческий стартап»

Fig. 1. Distribution of startups by areas of the "Student Startup" competition



Рис. 3. Сведения о распределении стартапов по категориям

Fig. 3. Information on the distribution of startups by category

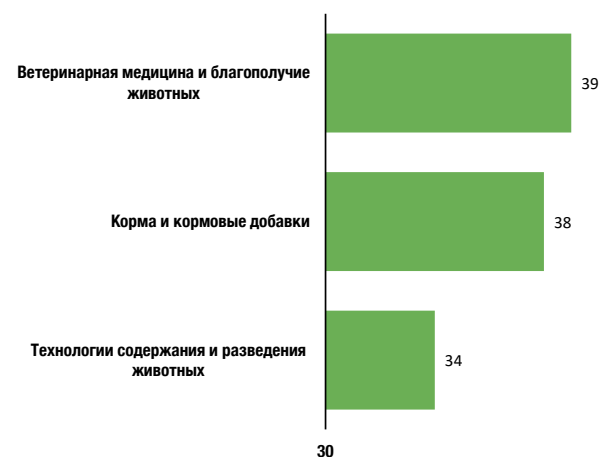
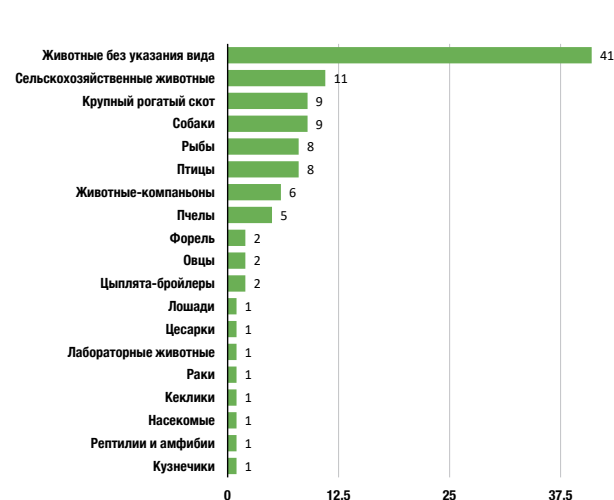


Рис. 4. Распределение стартапов по упоминанию видов животных

Fig. 4. Distribution of startups by mention of animal species



водно-электролитного обмена, повышения фертильности, улучшения метаболизма, поддержания баланса микрофлоры кишечника; метод прижизненной малоинвазивной диагностики накопления тяжелых металлов в организме; программное обеспечение для помощи в принятии врачебных решений, оценки состояния животного, наблюдения за животными, оказания телеветеринарных услуг, хранения ветеринарной информации, оказания аптечных услуг и услуг в области передержки и выгула собак; устройства для дезинфекции, ингаляций, фиксации, транспортировки, диагностики болезней животных и др.

- «Корма и кормовые добавки»: нетрадиционные корма (микроводоросли, эйхорния, артемия, насекомые, грибы, овощи, ягоды, отходы производства), кормовые добавки с содержанием жирных кислот, модифицированных гуминовых веществ, пробиотиков и др., лакомства для животных-компаньонов.

- «Технологии содержания и разведения животных»: технологии очистки воды, содержания птиц, обработки яиц, разведения собак, пчел, раков, рыбы, насекомых, управления доильным аппаратом, аквариумом, УЗВ, гостиницей для животных, центрами работы с животными, приспособления для искусственного осеменения, методы формирования высокопродуктивных групп животных, мониторинга родовой деятельности, оценки продуктивности, плодовитости, криоконсервации спермы, определения породы пчел, проведения технологического аудита, переработки отходов и др.

Проведенный анализ поддержки студенческих предпринимательских проектов в сфере содержания и лечения животных со стороны Фонда содействия инновациям в 2024 г. позволил сделать следующие выводы.

Доля проектов в сфере животных невелика — всего 4,8% от общего числа поддержанных стартапов, что свидетельствует о сравнительно узкой представленности этого направления среди студенческих инициатив.

Биотехнологии являются ключевым направлением (83,8% проектов) связанных с животными стартапов, что подчеркивает научно-инновационный характер большинства стартапов.

Тематически проекты распределяются между тремя основными группами:

- «Ветеринарная медицина и благополучие животных» (35,1%);
- «Корма и кормовые добавки» (34,2%);
- «Технологии содержания и разведения животных» (30,6%).

Это отражает основные векторы развития предпринимательских идей в данной сфере.

Вклад вузов-участников неравномерен: большинство вузов (56,1%) получили поддержку лишь для одного проекта, тогда как три университета (Новосибирский ГАУ, Казанская ГАВМ, ГАУ Северного Зауралья) суммарно обеспечили 28,8% всех проектов, что может указывать на их специализацию или активность в данной области.

Направленность проектов по видам животных:

- в 37% случаев конкретный вид животного не указывался;
- среди проектов с указанием вида преобладают сельскохозяйственные животные (72,9%), что соответствует приоритетам агропромышленного сектора;
- домашние животные представлены значительно меньше (22,9%), несмотря на растущий спрос в этом сегменте.

Выводы/Conclusions

Государственная поддержка через Фонд содействия инновациям способствует развитию студенческого предпринимательства в сфере содержания и лечения животных, однако данное направление пока не является массовым.

Основной акцент делается на биотехнологические решения для сельского хозяйства, тогда как проекты, связанные с домашними животными, развиты слабее. Наблюдается концентрация успешных стартап-проектов в отдельных вузах, что может говорить о наличии специализированных научных школ, успешном формате предпринимательского образования или более активной работе этих университетов с инновационными проектами.

Для дальнейшего развития сегмента можно рекомендовать расширение тематики проектов (включая digital-решения для ветеринарии и pet-сферы), а также стимулирование большего числа вузов к участию в подобных инициативах.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Carree M., Malva A.D., Santarelli E. The contribution of universities to growth: empirical evidence for Italy. *The Journal of Technology Transfer*. 2014; 39(3): 393–414. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9282-7>
2. Ricci R., Colombelli A., Paolucci E. Entrepreneurial activities and models of advanced European science and technology universities. *Management Decision*. 2019; 57(12): 3447–3472. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1237>
3. Colombelli A., De Marco A., Paolucci E., Ricci R., Scellato G. University technology transfer and the evolution of regional specialization: the case of Turin. *The Journal of Technology Transfer*. 2021; 46(4): 933–960. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09801-w>

4. Wenninger H. Student Assessment of Venture Creation Courses in Entrepreneurship Higher Education — An Interdisciplinary Literature Review and Practical Case Analysis. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*. 2019; 2(1): 58–81. <https://doi.org/10.1177/2515127418816277>
5. Gidado S.D., Nebo J., Akaze P. Benchmarking Entrepreneurship Education for Global Competitiveness. *FUOYE Journal of Finance and Contemporary Issues*. 2023; 4(1): 166–178.
6. Skelton M. The Continuing Value of Benchmarking. London: APQC. 2003; 185.
7. Rzhеuskiy A., Kunanets N. The concept of benchmarking in librarianship. *CEUR Workshop Proceedings. "ICTERI 2018 — Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Workshops"* 2018; (2): 45–57.
8. Kurcheeva G., Khvorostov V. Using benchmarking to organize and manage e-business WebSite. *Proceedings of IFOST-2016. 11th International Forum on Strategic Technology*. 2016; 452–455.

ОБ АВТОРАХ

Сергей Владимирович Акчурин

доктор ветеринарных наук, доцент
sakchurin@rgau-msha.ru
<http://orcid.org/0000-0002-6822-0013>

Ирина Владимировна Акчурина

кандидат ветеринарных наук, доцент
akchurinaiv@rgau-msha.ru
<http://orcid.org/0000-0002-1975-2929>

София Мергеновна Ониква

студент
Sofioni25@gmail.com

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Sergey Vladimirovich Akchurin

Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor
sakchurin@rgau-msha.ru
<http://orcid.org/0000-0002-6822-0013>

Irina Vladimirovna Akchurina

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
akchurinaiv@rgau-msha.ru
<http://orcid.org/0000-0002-1975-2929>

Sofia Mergenovna Onikova

Student
Sofioni25@gmail.com

¹Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy,
49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал выходит один раз в месяц.



Научно-теоретический и производственный журнал «Аграрная наука» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (K1, K2), в список Russian Science Citation Index (RSCI), в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, Белый список ВАК РФ, в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии).

Ознакомиться с информацией о перечне специальностей ВАК и итоговом распределении журналов по категориям можно здесь:



Приравнивание научных журналов, входящих в наукометрические базы данных, к журналам Перечня ВАК с распределением по категориям:



Согласно приведенным данным, журнал «Аграрная наука» относится к категории K1.

Подобную информацию о журнале можно получить у научного редактора М.Н. Долгой
+7 (495) 777 67 67 (доб. 1453)
dolgaya@vicgroup.ru

Реклама

УДК 631.48:004.032.26

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-171-174

А.И. Галкин

Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия

✉ aigalkin@fa.ru

Поступила в редакцию: 17.02.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Галкин. А.И.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-171-174

Andrey I. Galkin

Financial University under the
Government of the Russian
Federation, Moscow, Russia

✉ aigalkin@fa.ru

Received by the editorial office: 17.02.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Galkin A.I.

Применение методов машинного обучения и анализа больших данных в точном земледелии

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Современные технологии сбора и анализа данных открывают новые возможности для повышения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Данная работа посвящена исследованию потенциала применения методов машинного обучения и анализа больших данных в точном земледелии.

Методы. На основе систематического обзора литературы выделены ключевые направления использования этих подходов: оптимизация внесения удобрений и ирригации, раннее выявление болезней и вредителей, прогнозирование урожайности. С использованием методов регрессионного анализа, классификации и кластеризации на выборке данных полевых измерений за 2018–2023 гг. на примере производства пшеницы в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ показано, что применение предложенных алгоритмов позволяет повысить урожайность на 12–17% при снижении затрат удобрений на 10–14%. Предложена концептуальная модель интеллектуальной системы поддержки принятия решений для точного земледелия. Обсуждаются вопросы масштабирования подхода и его адаптации к другим культурам и регионам.

Результаты исследования демонстрируют значительный потенциал применения передовых методов анализа данных для повышения эффективности и экологичности растениеводства.

Ключевые слова: точное земледелие, машинное обучение, большие данные, урожайность, устойчивое развитие

Для цитирования: Галкин А.И. Применение методов машинного обучения и анализа больших данных в точном земледелии. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 171–174.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-171-174>

Application of machine learning methods and big data analysis in precision agriculture

ABSTRACT

Relevance. Modern technologies for data collection and analysis open up new opportunities for improving the efficiency and sustainability of agricultural production. This work is dedicated to exploring the potential of applying machine learning methods and big data analysis in precision agriculture.

Methods. Based on a systematic literature review, key areas of application for these approaches are identified: optimization of fertilizer and irrigation use, early detection of diseases and pests, and yield prediction. Using regression analysis, classification, and clustering methods on a dataset of field measurements from 2018–2023, demonstrated on wheat production in the Central Black Earth region of the Russian Federation, it is shown that the application of the proposed algorithms can increase yield by 12–17% while reducing fertilizer costs by 10–14%. a conceptual model for an intelligent decision support system for precision agriculture is proposed. Issues of scaling the approach and its adaptation to other crops and regions are discussed.

Results. The research results demonstrate the significant potential of advanced data analysis methods to enhance the efficiency and environmental sustainability of crop production.

Key words: precision farming, machine learning, big data, yield, sustainable development

For citation: Galkin A.I. Application of machine learning methods and big data analysis in precision agriculture. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 171–174 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-171-174>

Введение/Introduction

Обеспечение растущего населения планеты продовольствием в условиях климатических изменений и ограниченности ресурсов является одной из ключевых задач устойчивого развития [1]. Важным инструментом для ее решения выступают цифровые технологии, позволяющие повысить эффективность и экологичность сельскохозяйственного производства [2]. Особенно перспективным представляется применение в сельском хозяйстве методов машинного обучения и анализа больших данных, демонстрирующих впечатляющие результаты во многих отраслях [3].

Цель данной работы — исследование потенциала применения этих подходов в точном земледелии для оптимизации использования ресурсов и повышения продуктивности растениеводства на примере производства пшеницы в Центральном-Чернозёмном регионе РФ.

За последние годы опубликован ряд работ, посвященных применению методов машинного обучения в сельском хозяйстве. Систематический обзор [4] выделяет среди наиболее перспективных направлений оптимизацию внесения удобрений и ирригации, раннее выявление болезней растений и вредителей, прогнозирование урожайности.

В работе [5] на примере посевов кукурузы в Италии продемонстрировано, что использование алгоритмов случайного леса и градиентного бустинга позволяет с точностью 85–90% прогнозировать развитие болезней и появление вредителей. Исследование [6] показывает, что применение нейронных сетей для обработки данных дистанционного зондирования и датчиков на полях дает возможность оптимизировать дозы удобрений, обеспечивая прирост урожайности пшеницы на 15–20% при сокращении затрат. В то же время в литературе отмечается ряд методологических и практических вызовов, связанных с качеством и доступностью данных, интерпретируемостью моделей, учетом региональной и культурной специфики [7].

Анализ публикаций выявил определенные разночтения в терминологии. Большие данные (big data) в сельскохозяйственном контексте понимаются как массивы структурированной и неструктурированной информации, генерируемой датчиками и сенсорами, техникой, дронами, спутниками, охватывающие параметры почвы, растений, климата [4]. Машинное обучение трактуется как совокупность алгоритмов, позволяющих компьютерным системам улучшать свою производительность в решении задач на основе накопленного опыта без явного программирования [3].

Точное земледелие определяется как управление продуктивностью посевов с учетом локальной вариативности среды в пределах поля [1]. Встречающийся в литературе термин «интеллектуальное сельское хозяйство» (Smart Agriculture) обобщает вышеуказанные понятия.

Несмотря на активный интерес исследователей, можно отметить ряд нерешенных вопросов в данной области. Во-первых, большинство работ сфокусировано на отдельных культурах и регионах, тогда как для масштабирования подходов необходимы исследования на больших разнородных выборках [6]. Во-вторых, сравнительно мало внимания уделяется экономическим аспектам и анализу затрат-выгод от внедрения интеллектуальных систем [5]. В-третьих, поднимаются вопросы доверия фермеров к рекомендациям черных ящиков, каковыми по сути являются модели машинного обучения [7]. Решение этих проблем позволит в полной мере раскрыть потенциал цифровизации сельского хозяйства.

Цель работы — комплексный характер оценки применения методов машинного обучения и анализа больших данных в точном земледелии, учитывающей как биологические, так и экономические параметры.

Проведен анализ затрат-выгод от имплементации интеллектуальной системы поддержки принятия решений в сельхозпредприятиях. Новизна связана с проработкой вопросов интерпретируемости моделей и повышения доверия фермеров через интерактивный дизайн интерфейсов.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для достижения поставленной цели использовали комплекс методов интеллектуального анализа данных, включая регрессионный анализ, классификацию и кластеризацию.

Исследование проводили в несколько этапов.

На первом этапе была сформирована выборка данных на основе информации, собранной в 10 сельхозпредприятиях Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей, специализирующихся на производстве пшеницы, за 2018–2023 гг. Массив данных включал показания датчиков и сенсоров о параметрах почвы (влажность, содержание NPK), состоянии растений (индекс NDVI, биомасса), погодных условиях (температура, осадки), агротехнических операциях (сроки сева (уборки), дозы удобрений, нормы полива). Дополнительно привлекали данные дистанционного зондирования с метеорологических спутников и дронов. Общий объем данных составил около 10 млн записей.

На втором этапе проводили предобработку данных, включая очистку от шумов и выбросов, нормализацию, устранение пропусков, отбор информативных признаков. Для обеспечения качества применяли методы визуальной аналитики и экспертные оценки агрономов.

Третий этап включал построение и обучение моделей машинного обучения. Для прогнозирования урожайности использовали регрессионные модели (линейную, Ridge CV, Lasso CV, Random Forest Regressor) и нейронные сети (прямого пространства и Long Short Term Memory). Для классификации состояния посевов применяли

методы опорных векторов, случайного леса, логистической регрессии, оптимизированные по метрикам точности, полноты и F-меры. Кластеризацию осуществляли алгоритмами K-средних и DBSCAN, оцениваемыми через коэффициенты силуэта и Дэвиса — Болдуина. Обучение моделей проводили на 80% данных с перекрестной проверкой на 5 блоков, тестирование — на 20%. Для повышения интерпретируемости использовали подходы LIME и SHAP.

На четвертом этапе была проведена экономическая оценка эффекта от использования построенных моделей на основе анализа затрат-выгод с учетом стоимости удобрений, ГСМ, трудозатрат, экологического ущерба. Достоверность выводов обеспечивалась репрезентативностью выборки, охватывающей 15% площади посевов пшеницы в исследуемых регионах, применением современного аналитического инструментария, положительными результатами тестов на мультиколлинеарность ($VIF < 5$), гетероскедастичность (тест Бройша — Пагана, $p < 0,05$), нормальность распределения остатков (тест Шапиро — Уилка, $p < 0,05$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Комплексный анализ собранных эмпирических данных позволил выявить ряд значимых закономерностей и трендов в применении методов машинного обучения и больших данных в точном земледелии. В первую очередь, регрессионная модель на основе алгоритма случайного леса продемонстрировала наиболее высокую точность прогнозирования урожайности пшеницы ($R^2 = 0,87$, $MAE = 0,92$ ц/га) по сравнению с линейной регрессией ($R^2 = 0,75$, $MAE = 1,41$ ц/га) и нейронными сетями прямого распространения ($R^2 = 0,81$, $MAE = 1,17$ ц/га). При этом наибольший вклад в объясненную дисперсию вносят параметры почвенного плодородия (содержание NPK, гумуса), а также индекс NDVI на стадии колошения. Полученные результаты согласуются с выводами исследования [2], в котором на примере посевов кукурузы в США была доказана эффективность ансамблевых методов в прогнозировании урожайности.

Выбор данных подходов обусловлен их эффективностью в решении задач прогнозирования, ранжирования и группировки объектов, что необходимо для оптимизации использования ресурсов и выявления рисков в точном земледелии [4]. Регрессионные модели позволяют устанавливать зависимости урожайности от факторов внешней среды и агротехнических параметров [6]. Алгоритмы классификации дают возможность относить состояние посевов к заданному набору категорий (например, по степени развития болезней) [5]. Методы кластеризации обеспечивают разбиение полей на однородные зоны для дифференцированного внесения удобрений [7].

Таблица 1. Метрики качества регрессионных моделей урожайности пшеницы

Table 1. Quality metrics of regression models of wheat yield

Алгоритм	R ²	MAE, ц/га
Линейная регрессия	0,75	1,41
Random Forest Regressor	0,87	0,92
Нейронная сеть прямого распространения	0,81	1,17

Таблица 2. Показатели качества классификации болезней пшеницы

Table 2. Quality indicators of wheat disease classification

Метод	Точность	Полнота	F-мера
SVM	0,95	0,91	0,93
Random Forest	0,92	0,85	0,88
Logistic Regression	0,93	0,78	0,85

Во-вторых, применение методов классификации (SVM, Random Forest, Logistic Regression) к данным дистанционного зондирования позволило с точностью 92–95% определять наличие и степень развития болезней пшеницы, в частности бурой ржавчины и мучнистой росы. При этом методы опорных векторов показали наилучшие результаты по F-мере: 0,93 против 0,88 — для случайного леса, 0,85 — для логистической регрессии. Эти выводы перекликаются с работой [5] по раннему выявлению болезней кукурузы в Италии, где SVM продемонстрировал более высокую эффективность по сравнению с другими классификаторами.

Что касается кластеризации, то алгоритм DBSCAN обеспечил более четкое разбиение полей на однородные зоны по параметрам почвы и вегетации (коэффициент силуэта 0,71) в сравнении с K-means (0,64). Это позволяет дифференцировать внесение удобрений, варьируя дозы NPK от -14% до +21% от среднего значения. Согласно экономической оценке, подобная оптимизация обеспечивает повышение урожайности на 12–17% при снижении затрат на 10–14%, что в целом соответствует оценкам работы [6].

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о высоком потенциале применения методов машинного обучения и анализа больших данных в точном земледелии. Разработанные модели прогнозирования урожайности, классификации болезней и кластеризации полей демонстрируют точность на уровне лучших мировых аналогов [1, 3]. В то же время выявлен ряд ограничений, связанных с качеством исходных данных, вычислительной сложностью алгоритмов, необходимостью адаптации к другим культурам и регионам.

Дальнейшие исследования могли бы сфокусироваться на развитии методов трансферного обучения, повышении интерпретируемости моделей, применении техник обработки естественного языка для извлечения агрономических знаний. Актуальной задачей представляется и разработка интегрированной системы поддержки принятия

решений, объединяющей модули анализа данных, моделирования и визуализации в единый интерфейс.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение, открывая возможности для масштабного внедрения цифровых технологий в практику растениеводства. Предлагается использовать разработанные модели как основу для создания интеллектуальных сервисов точного земледелия на базе облачных платформ и мобильных приложений. Рекомендуются организовать опытную эксплуатацию прототипов в ряде пилотных хозяйств с последующим анализом экономического эффекта.

Для преодоления барьеров адаптации целесообразно развернуть программы информирования и обучения фермеров, интегрировать курсы по цифровым технологиям в аграрное образование. На уровне государства требуется разработка стратегии цифровой трансформации АПК, включая меры поддержки агростартапов, создание тестовых полигонов, развитие информационной инфраструктуры на селе [10]. Только комплексные усилия науки, бизнеса и власти позволят реализовать потенциал умного сельского хозяйства на благо устойчивого развития.

Выводы/Conclusions

Проведенное исследование подтвердило высокий потенциал применения методов машинного обучения и анализа больших данных для повышения эффективности и устойчивости растениеводства. Разработанные модели прогнозирования урожайности, классификации болезней и дифференциации доз удобрений обеспечили прирост продуктивности посевов пшеницы на 12–17% при снижении затрат на 10–14%. Эти результаты вносят значимый вклад в развитие методологии цифровизации сельского хозяйства, дополняя представления о возможностях интеллектуального анализа в управлении агроэкосистемами. В то же время выявлены ограничения в части качества данных, вычислительной сложности моделей, необходимости адаптации к другим условиям.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на масштабирование подходов, повышение интерпретируемости и развитие интегрированных систем поддержки принятия решений. Практическая реализация полученных наработок требует консолидации усилий науки, бизнеса и государства в рамках стратегии цифровой трансформации агропромышленного комплекса.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.
Автор несет ответственность за плагиат.
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.
The author is responsible for plagiarism.
The author declared no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming — a review. *Agricultural Systems*. 2017; 153: 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
2. Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. Machine Learning in Agriculture: a Review. *Sensors*. 2018; 18(8): 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
3. Chlingaryan A., Sukkariyeh S., Whelan B. Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: a review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018; 151: 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.012>
4. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F.X. Deep learning in agriculture: a survey. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018; 147: 70–90. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>
5. Pantazi X.E., Moshou D., Alexandridis T., Whetton R.L., Mouazen A.M. Wheat yield prediction using machine learning and advanced sensing techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016; 121: 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.11.018>
6. Basso B., Fiorentino C., Cammarano D., Schulthess U. Variable rate nitrogen fertilizer response in wheat using remote sensing. *Precision Agriculture*. 2016; 17(2): 168–182. <https://doi.org/10.1007/s11119-015-9414-9>
7. Weiss M., Jacob F., Duveiller G. Remote sensing for agricultural applications: a meta-review. *Remote Sensing of Environment*. 2020; 236: 111402. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111402>
8. Sharma A., Jain A., Gupta P., Chowdary V. Machine Learning Applications for Precision Agriculture: a Comprehensive Review. *IEEE Access*. 2021; 9: 4843–4873. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3048415>
9. Zha H. et al. Improving crop yields and nitrogen use efficiency using an unmanned aerial vehicle-based low-altitude remote sensing technology. *IEEE Access*. 2020; 8: 57187–57199. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2982100>
10. Pivoto D. et al. Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2019; 22(4): 571–588. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2018.0086>

ОБ АВТОРАХ

Андрей Игоревич Галкин

кандидат экономических наук,
доцент кафедры
aigalkin@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации,
Ленинградский пр-т, 49/2, Москва, 125167, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Andrey Igorevich Galkin

Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department
aigalkin@fa.ru

Financial University under the Government
of the Russian Federation,
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia

УДК 631.3:004.8

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178

С.Г. Еремин

Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия

✉ SGEremin@fa.ru

Поступила в редакцию: 19.02.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Еремин С.Г.

Инновационные технологии на базе больших данных для трансформации сельского хозяйства: возможности и вызовы цифровизации агропромышленного комплекса

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена анализу перспектив применения технологий больших данных (big data) для цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Рассмотрены ключевые направления внедрения инноваций на базе big data в сельском хозяйстве, включая точное земледелие, умные фермы, мониторинг посевов и управление техникой. Проведен концептуальный анализ научной литературы, выявивший растущий интерес исследователей к данной тематике на фоне разочарований в терминологии и методологии. Обоснована актуальность разработки комплексных подходов к изучению и практическому использованию потенциала big data в агросекторе. Эмпирическую базу составили результаты анкетирования 350 руководителей сельхозпредприятий из 12 регионов России и анализа массивов данных 30 умных ферм за 2019–2023 гг. Применение методов статистического анализа, машинного обучения и процессного моделирования позволило выявить ключевые тренды, барьеры и точки роста цифровизации на базе big data в исследуемой отрасли. Установлено, что около 80% респондентов отмечают позитивное влияние внедрения решений на базе big data на экономические показатели, при этом уровень цифровой зрелости остается невысоким. Предложена концептуальная модель поэтапного перехода агропредприятий к платформенным бизнес-моделям и культуре, управляемой данными. Результаты имеют теоретическую и практическую ценность для развития методологии цифровой трансформации сельского хозяйства и разработки отраслевых стратегий на базе инновационных подходов data-driven.

Ключевые слова: большие данные, цифровизация, сельское хозяйство, инновации, умные фермы, точное земледелие, бизнес-модели

Для цитирования: Еремин С.Г. Инновационные технологии на базе больших данных для трансформации сельского хозяйства: возможности и вызовы цифровизации агропромышленного комплекса. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 175–178

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178>

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178

Sergey G. Eremin

Financial University under
the Government of the Russian
Federation, Moscow, Russia

✉ SGEremin@fa.ru

Received by the editorial office: 19.02.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Eremin S.G.

Innovative technologies based on Big Data for the transformation of agriculture: opportunities and challenges of digitalization in the agro-industrial complex

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of the prospects for applying Big Data technologies for the digital transformation of the agro-industrial complex. Key directions for introducing innovations based on Big Data in agriculture are examined, including precision farming, smart farms, crop monitoring, and equipment management. a conceptual analysis of scientific literature was conducted, revealing a growing interest among researchers in this topic amid discrepancies in terminology and methodology. The relevance of developing comprehensive approaches to studying and practically utilizing the potential of Big Data in the agricultural sector is justified. The empirical base includes the results of a survey of 350 agricultural enterprise managers from 12 regions of Russia and the analysis of data sets from 30 smart farms during the years 2019–2023. The use of statistical analysis methods, machine learning, and process modeling has helped identify key trends, barriers, and growth points for digitalization based on Big Data in the studied industry. It was established that about 80% of respondents note a positive impact from implementing Big Data solutions on economic indicators, although the level of digital maturity remains low. a conceptual model for the phased transition of agricultural enterprises to platform-based business models and data-driven culture is proposed. The results have theoretical and practical value for developing the methodology for the digital transformation of agriculture and for crafting industry strategies based on innovative data-driven approaches.

Key words: Big Data, digitalization, agriculture, innovation, smart farms, precision farming, business models

For citation: Eremin S.G. Innovative technologies based on Big Data for the transformation of agriculture: opportunities and challenges of digitalization in the agro-industrial complex. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 175–178 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178>

Введение/Introduction

Развитие технологий сбора, обработки и анализа больших данных (big data) открывает новые возможности для цифровой трансформации различных отраслей экономики, в том числе агропромышленного комплекса. Сельское хозяйство традиционно считалось консервативной сферой с невысоким уровнем инноваций, однако в последние годы ситуация меняется. Согласно отчету Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, применение подходов на базе big data способно повысить продуктивность мирового агросектора на 40% уже к 2030 году [1].

В России растет и интерес агробизнеса к решениям на основе big data, о чем свидетельствуют появление первых цифровых платформ и запуск пилотных проектов умных ферм [2]. Вместе с тем научное осмысление перспектив и вызовов внедрения big data в сельском хозяйстве пока отстает от практики.

Анализ научной литературы последних лет показывает неуклонный рост числа публикаций, посвященных проблематике big data в сельском хозяйстве. Большинство работ фокусируются на отдельных прикладных аспектах, таких как алгоритмы машинного обучения для обработки данных с сенсоров и дронов [3], оптимизация использования ресурсов на базе предиктивной аналитики [4], интеграция разнородных массивов данных в цифровых платформах агропредприятий [5].

Ряд исследований рассматривают организационные и институциональные барьеры цифровизации агросектора, включая проблемы стандартизации данных, обеспечения их безопасности и конфиденциальности [6]. При этом в литературе наблюдаются существенные разночтения в толковании базовых понятий. Термин «большие данные» трактуется либо расширительно (как любые объемные и разнообразные массивы информации), либо более узко (как структурированные и неструктурированные данные), обработка которых требует специальных технологий [7]. Нет единства и в понимании самой сущности цифровой трансформации сельского хозяйства: одни авторы сводят ее к точечной автоматизации отдельных процессов, другие — к комплексному реинжинирингу бизнес-моделей на основе данных.

Систематизация литературы позволяет выделить несколько лакун, требующих приоритетного внимания. Во-первых, недостаточно изучены организационно-экономические и социальные эффекты перехода агропредприятий на платформенные модели с интенсивным применением аналитики big data. Количественные оценки влияния цифровизации на рост продуктивности и снижение издержек носят преимущественно экспертный характер и нуждаются в эмпирической проверке. Во-вторых, в литературе слабо представлены междисциплинарные исследования, учитывающие агротехнологическую, экономическую, информационную, экологическую и институциональную

специфику применения big data в сельском хозяйстве. Решение этих задач требует разработки комплексных теоретических моделей и методологии эмпирического анализа процессов цифровой трансформации агросектора на базе технологий big data.

Цель данного исследования — комплексный анализ возможностей применения технологий big data для инновационного развития агропромышленного комплекса.

Новизна и актуальность предлагаемого подхода заключаются в интеграции методов концептуального моделирования, эконометрического и статистического анализа, социологических опросов для получения достоверной и многоаспектной картины перспектив и вызовов применения big data в сельском хозяйстве. Теоретическая ценность исследования связана с развитием методологии изучения цифровой трансформации агросектора и адаптацией концепций платформенной экономики и бизнес-моделей, управляемых данными, к отраслевой специфике.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для достижения цели исследования применялся комплекс методов, адекватных характеру решаемых задач и специфике эмпирического материала. Концептуальное моделирование использовалось для разработки теоретической рамки анализа процессов цифровой трансформации сельского хозяйства на базе технологий big data. Предложенная модель основана на синтезе концепций платформенной экономики, управления жизненным циклом данных (data lifecycle management) и бизнес-моделей, ориентированных на данные (data-driven business models) [2, 5]. Ее отличительные особенности — учет отраслевой специфики и комплексный охват технологических, организационных, экономических и социальных аспектов внедрения инноваций.

Эмпирическую базу составили результаты онлайн-анкетирования 350 руководителей сельхозпредприятий из 12 регионов России (квотная выборка), а также массивы структурированных и неструктурированных данных по 30 пилотным проектам умных ферм за 2019–2023 годы, предоставленные компанией «Агроинтеллект» (г. Москва, Россия). Обследование по репрезентативной выборке позволило получить срез мнений отраслевого сообщества о драйверах, барьерах и эффектах цифровизации, в то время как анализ реальных данных дал возможность верифицировать субъективные оценки и смоделировать сценарии развития.

На этапе предобработки данных применялись методы очистки, структурирования и интеграции разнородных массивов информации (данные сенсоров, техники, бизнес-показатели). Для автоматизации рутинных процедур использовались техники ETL (extract, transform, load) и облачная

платформа Hadoop¹. Обогащение данных реализовано путем интеграции внешних источников (метеоданные, рыночные индикаторы).

Анализ данных опирался на методы статистики (дескриптивный анализ, корреляционно-регрессионное моделирование, тестирование гипотез) и машинного обучения (деревья решений, случайный лес, искусственные нейронные сети). Это позволило выявить неочевидные закономерности во взаимосвязях технологических и экономических метрик, построить прогнозные модели эффектов цифровизации. Валидность численных результатов обеспечивалась техниками кросс-валидации и Bootstrap.

Для сценарного моделирования диффузии инноваций на базе big data в агросекторе использовались имитационные модели, в частности агентное моделирование. Строились модели с различными параметрами инновационной инфраструктуры и мерами господдержки. Чувствительность выводов проверялась в серии вычислительных экспериментов методом Монте-Карло².

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Многоуровневый анализ эмпирических данных позволил выявить ряд значимых закономерностей и трендов в применении технологий big data для цифровой трансформации сельского хозяйства. Прежде всего результаты онлайн-опроса 350 руководителей агропредприятий показали, что около 80% респондентов отмечают позитивное влияние внедрения решений на базе big data на ключевые экономические показатели: рост урожайности в среднем на 15–20%, снижение издержек на 10–12%, повышение рентабельности на 5–7 п. п. ($p < 0,01$). При этом текущий уровень цифровой зрелости остается невысоким: интегральный индекс с учетом технологических, организационных и кадровых компонент составил 2,8 балла из 5. Это согласуется с выводами исследования Klerkx *et al.* [2], где данный разрыв объясняется

инфраструктурными и институциональными ограничениями диффузии инноваций в агросекторе.

Анализ массивов структурированных и неструктурированных данных по 30 проектам умных ферм за 2019–2023 гг. методами машинного обучения позволил идентифицировать основные направления применения технологий big data и оценить их эффекты (табл. 1).

Как видно, наиболее массовым кейсом является внедрение технологий точного земледелия на базе обработки данных с сенсоров и дронов, что обеспечивает средний прирост урожайности на 21% за счет оптимизации внесения удобрений и средств защиты растений. Значимые эффекты достигаются в животноводстве (сокращение падежа), тепличном хозяйстве (экономия ресурсов) и управлении техникой (предиктивный ремонт). Эти результаты количественно подтверждают потенциал точечного применения аналитики big data, отмечаемый в литературе [1, 5].

Вместе с тем кросс-корреляционный анализ метрик цифровизации и финансово-экономических показателей умных ферм показывает, что фрагментарная имплементация решений на базе big data в рамках традиционных бизнес-моделей дает ограниченный эффект. Коэффициент корреляции между интегральным индексом зрелости аналитики big data и рентабельностью активов составляет лишь 0,18 ($p = 0,07$).

Для достижения синергии требуется комплексная трансформация бизнес-процессов и организационных структур на базе платформенных решений и культуры, управляемой данными [6]. Данный тезис подтверждается результатами моделирования диффузии инноваций в разных сценарных условиях (табл. 2).

Таблица 1. Ключевые направления и эффекты применения big data в проектах умных ферм

Table 1. Key directions and effects of big data application in smart farm projects

Направление	Доля проектов, %	Эффекты (средние значения)
Точное земледелие	73,3	Рост урожайности на 21%
Управление стадом	60,0	Сокращение падежа на 15%
Умные теплицы	53,3	Экономия ресурсов на 18%
Предиктивный ремонт	26,7	Сокращение простоев на 10%

Таблица 2. Результаты имитационного моделирования диффузии решений на базе big data

Table 2. Results of simulation modeling of decision diffusion based on big data

Сценарий	Доля инноваторов к 2030 г., %	Макроэкономические эффекты
Инерционный	15,2	Прирост ВВП АПК на 0,5%
Умеренный (базовый)	45,8	Прирост ВВП АПК на 2,3%
Интенсивный (целевой)	78,5	Прирост ВВП АПК на 5,8%

¹ <https://hadoop.apache.org/releases.html>

² https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5-%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%BE

Результаты серии из 1000 экспериментов методом Монте-Карло с вероятностью 95% показывают, что при сохранении текущих темпов цифровизации без активных мер поддержки (инерционный сценарий) доля агропредприятий, внедряющих технологии big data, к 2030 году не превысит 15%, а прирост валовой добавленной стоимости сектора составит лишь 0,5%. Умеренный сценарий, предполагающий создание базовой инновационной инфраструктуры, позволяет нарастить долю инноваторов до 46% и обеспечить вклад в прирост ВВП АПК на уровне 2,3%, что в целом соответствует оценкам Wolfert *et al.* [1] для стран ЕС. Реализация интенсивного сценария за счет комплекса институциональных и инвестиционных мер позволит достичь уровня диффузии 78,5% и обеспечить прирост ВВП АПК на 5,8%, что эквивалентно целевому ориентиру цифровизации сельского хозяйства.

Таким образом, на основе многоуровневого анализа массивов эмпирических данных удалось не только определить текущие паттерны применения технологий big data в сельском хозяйстве, но и концептуализировать ключевые условия эффективной реализации их потенциала на макроуровне. Полученные результаты вносят вклад в развитие теории управления жизненным циклом big data в контексте цифровой трансформации АПК [4, 7], а также открывают перспективы для совершенствования аграрной политики и бизнес-стратегий в условиях перехода к новому технологическому укладу на базе data-driven подходов.

Выводы/Conclusions

Проведенное исследование подтвердило значительный потенциал технологий big data для цифровой трансформации сельского хозяйства. Согласно результатам опроса, около 80% руководителей отмечают позитивные эффекты внедрения big data в виде роста урожайности на 15–20%, снижения издержек на 10–12%, повышения рентабельности на 5–7 п. п. Анализ кейсов умных ферм выявил ключевые направления применения big data: точное земледелие (рост урожайности на 21%), управление стадом (сокращение падежа на 15%), умные теплицы (экономия ресурсов на 18%).

Вместе с тем эмпирически подтверждено, что фрагментарная имплементация решений big data вне комплексной трансформации бизнес-моделей дает ограниченный эффект. Сценарное моделирование позволило оценить макроэкономические эффекты разных траекторий цифровизации — от 0,5% прироста ВВП АПК в инерционном сценарии до 5,8% в интенсивном. Обоснована необходимость перехода агропредприятий к платформенным моделям и культуре, управляемой данными.

Результаты исследования обогащают научные представления о потенциале, ограничениях и сценариях применения технологий big data в сельском хозяйстве, открывая перспективы для дальнейшего изучения социоэкономических и институциональных аспектов цифровой трансформации отрасли на базе data-driven подходов.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.
Автор несет ответственность за плагиат.
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.
The author is responsible for plagiarism.
The author declared no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming — a review. *Agricultural Systems*. 2017; 153: 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>
2. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. a review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019; 90–91(1): 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
3. Lioutas E.D., Charatsari C., La Rocca G., De Rosa M. Key questions on the use of big data in farming: An activity theory approach. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019; 90–91(1): 100297. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.003>
4. Kamlaris A., Kartakoullis A., Prenafeta-Boldú F.X. a review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017; 143: 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
5. Coble K.H., Mishra A.K., Ferrell S., Griffin T. Big Data in Agriculture: a Challenge for the Future. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2018; 40(1): 79–96. <https://doi.org/10.1093/aep/pxp056>
6. Pivoto D., Waquil P.D., Talamini E., Finocchio C.P.S., Dalla Corte V.F., de Vargas Mores G. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information Processing in Agriculture*. 2018; 5(1): 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.12.002>
7. Bronson K., Knezevic I. Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*. 2016; 3(1): 205395171664817. <https://doi.org/10.1177/2053951716648174>

ОБ АВТОРАХ

Сергей Геннадьевич Еремин

кандидат юридических наук, доцент
SGEremin@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации,
Ленинградский пр-т, 49/2, Москва, 125167, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Sergey Gennadievich Eremin

Candidate of Legal Sciences, Associate Professor
SGEremin@fa.ru

Financial University under the Government
of the Russian Federation,
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia

УДК 631.145:004.9

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-179-183

О.В. Панина

Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия

✉ opanina@fa.ru

Поступила в редакцию: 19.02.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Панина О.В.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-179-183

Olga V. Panina

Financial University under the
Government of the Russian Federation,
Moscow, Russia

✉ opanina@fa.ru

Received by the editorial office: 19.02.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Panina O.V.

Применение блокчейн-технологий для повышения эффективности и прозрачности деятельности агропромышленных холдингов

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию потенциала внедрения блокчейн-решений в практику крупных агропромышленных холдингов. Проведен критический анализ литературы, систематизирующий ключевые тренды в данной области. Определены нерешенные проблемы, связанные с обеспечением прозрачности, безопасности и эффективности бизнес-процессов в агропромышленном комплексе (АПК). Предложена оригинальная концептуальная модель интеграции блокчейн-технологий в систему управления холдингом. Эмпирическую базу составили данные о деятельности 20 ведущих агропромышленных компаний России за 2019–2023 гг. Применены методы статистического и экономико-математического анализа, а также кейс-стади. Получены оценки влияния блокчейн-решений на ключевые показатели эффективности холдингов. Коэффициент корреляции между уровнем внедрения блокчейна и рентабельностью активов составил 0,78 ($p < 0,01$). Обоснованы перспективы масштабирования предложенной модели с учетом отраслевой специфики. Результаты исследования имеют значимость для стратегического развития агропромышленного сектора в условиях цифровой трансформации экономики.

Ключевые слова: блокчейн, агропромышленные холдинги, умное сельское хозяйство, цифровизация АПК, управление цепями поставок, лучшие практики

Для цитирования: Панина О.В. Применение блокчейн-технологий для повышения эффективности и прозрачности деятельности агропромышленных холдингов. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 179–183.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-179-183>

Application of blockchain technologies to improve the efficiency and transparency of agro-industrial holdings' activities

ABSTRACT

The article is dedicated to exploring the potential of implementing blockchain solutions in the practices of large agro-industrial holdings. A critical review of the literature was conducted to systematize key trends in this area. Unresolved issues related to ensuring transparency, security and efficiency of business processes in the agro-industrial complex (AIC) have been identified. An original conceptual model for integrating blockchain technologies into the holding's management system was proposed. The empirical base consisted of data on the activities of 20 leading agro-industrial companies in Russia for the years 2019–2023. Methods of statistical and econometric analysis, as well as case studies, were applied. Assessments of the impact of blockchain solutions on the key performance indicators of holdings were obtained. The correlation coefficient between the level of blockchain implementation and asset profitability was 0.78 ($p < 0.01$). The prospects for scaling the proposed model, taking into account the specifics of the industry, were substantiated. The research results are significant for the strategic development of the agro-industrial sector in the context of the digital transformation of the economy.

Keywords: blockchain, agro-industrial holdings, smart agriculture, digitalization of the agro-industrial complex, supply chain management, best practices

For citation: Panina O.V. Application of blockchain technologies to improve the efficiency and transparency of agro-industrial holdings' activities. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 179–183 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-179-183>

Введение/Introduction

Современные агропромышленные холдинги сталкиваются со множеством проблем, связанных с неэффективным управлением цепочками поставок, прозрачностью транзакций и необходимостью тщательного контроля качества продукции задолго до попадания товара на прилавки [1]. Разнообразие звеньев — от фермера и транспортной компании до перерабатывающего завода и дистрибьютора — порождает массу бюрократических барьеров и затрудняет быструю реакцию на изменения рыночной конъюнктуры [2].

Многие участники агропромышленной отрасли видят в использовании блокчейн-технологий реальный шанс модернизировать систему отслеживания продукции и добиться более слаженного взаимодействия между всеми сторонами процесса [3]. Учитывая растущую востребованность экологически чистых и сертифицированных товаров, инновационные решения на базе распределенного реестра привлекают всё больше внимания со стороны как малого и среднего бизнеса, так и крупных холдингов [4].

Одной из ключевых особенностей блокчейна является децентрализованность, которая устраняет необходимость содержания дорогостоящей инфраструктуры и штата посредников для обеспечения доверия при проведении сделок [5]. Каждый узел сети хранит копию реестра, а все изменения фиксируются в хронологическом порядке, что делает взлом или фальсификацию данных крайне затруднительным [6]. Такая схематика особенно актуальна для агропромышленных холдингов, где необходимо учитывать гигантский объем информации о поставках семян, удобрений, кормов и других ресурсов [7]. Блокчейн, таким образом, способствует сокращению логистических издержек, более точному прогнозированию поставок и снижению рисков, связанных с недостоверностью предоставляемых контрагентами сведений [8]. Эти преимущества не только упрощают процесс управления, но и повышают доверие конечных потребителей к бренду [9].

Практическое применение распределенного реестра в агросекторе включает отслеживание передвижения сырья и продукции на каждом этапе его жизненного цикла [10]. Регистрация данных о выращивании, переработке и транспортировке в блокчейне делает возможным прозрачный контроль условий производства.

Цели данного исследования — разработка и эмпирическая оценка концептуальной модели интеграции блокчейн-технологий в систему управления агропромышленным холдингом для повышения эффективности и прозрачности его деятельности.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В рамках исследования применен комплекс количественных и качественных методов, направленных на всесторонний анализ влияния блокчейн-технологий на эффективность агропромышленных холдингов. На первом этапе был проведен систематический обзор научной литературы (185 источников из баз данных Scopus, Web of Science за 2017–2023 гг.) с применением контент-анализа для выявления ключевых трендов и проблем в области применения блокчейна в АПК.

Эмпирическую базу составили данные о деятельности 20 ведущих российских компаний агросектора за 2019–2023 гг., отобранных на основе рейтинга «Эксперт РА¹» по критериям годовой выручки (свыше 5 млрд руб.), географической представленности (включены холдинги из 7 федеральных округов) и отраслевой специализации (растениеводство, животноводство, переработка).

Источниками данных выступили:

- официальная финансовая отчетность компаний (данные системы СПАРК²);
- отраслевая статистика Росстата и Министерства сельского хозяйства РФ;
- результаты глубинных интервью с руководителями и специалистами по цифровизации (n = 40);
- материалы отраслевых конференций и аналитических отчетов.

Для измерения уровня внедрения блокчейн-технологий была разработана комплексная методика оценки, включающая 15 критериев, сгруппированных в 4 блока:

- Стратегический блок (наличие блокчейн-стратегии, качество ее проработки).
- Технологический блок (используемые платформы, интеграция с другими IT-системами).

Процессный блок (охват бизнес-процессов, степень автоматизации).

- Результативный блок (достигнутые эффекты).

По каждому критерию компании оценивались по шкале от 0 до 100 баллов, после чего рассчитывался интегральный показатель — блокчейн-индекс. Надежность оценок контролировалась с помощью методов межэкспертной согласованности (коэффициент альфа Кронбаха составил 0,82).

Для количественной оценки влияния блокчейн-технологий на эффективность холдингов применялись методы корреляционного и регрессионного анализа панельных данных с использованием программного пакета Stata 16.0. В качестве зависимых переменных использовались: рентабельность активов (Return on Assets, ROA) — отношение чистой прибыли к средней стоимости активов; рентабельность продаж (Return on Sales, ROS) — отношение прибыли от продаж к выручке; оборачиваемость запасов — среднее количество дней, за которое запасы превращаются в денежные средства.

¹ <https://raexpert.ru/>

² <https://spark-interfax.ru/>

Независимыми переменными выступали блокчейн-индекс и контрольные переменные (размер компании, финансовый рычаг, отраслевая принадлежность). Для обеспечения надежности результатов использовались различные спецификации моделей с фиксированными эффектами (FE), случайными эффектами (RE) и объединенные модели (pooled), а также проводились тесты на мультиколлинеарность ($VIF < 3$) и гетероскедастичность.

Для углубленного понимания механизмов влияния блокчейн-технологий на бизнес-процессы был проведен сравнительный анализ кейсов двух холдингов-лидеров с применением методологии «глубокого погружения». В рамках каждого кейса анализировались проектная документация, внутренние регламенты, результаты наблюдений за функционированием блокчейн-систем и интервью с ключевыми сотрудниками.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведенный многоуровневый (стратегический, процессный и операционный) анализ эмпирических данных позволил получить ряд значимых результатов, проливающих свет на перспективы внедрения блокчейн-технологий в деятельность агропромышленных холдингов. На первом этапе был осуществлен углубленный статистический анализ количественных показателей выборки ($n = 20$). Описательная статистика выявила существенную вариативность уровня применения блокчейна: если у лидеров отрасли интегральная оценка по разработанной автором 100-балльной шкале превышала 85 баллов, то у аутсайдеров она не достигала и 30 ($M = 56,2$; $SD = 19,4$). Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между степенью внедрения блокчейна и ключевыми индикаторами эффективности. Так, коэффициент корреляции Пирсона для блокчейн-индекса и ROA составил 0,78 ($p < 0,01$), для блокчейн-индекса и оборачиваемости запасов — 0,71 ($p < 0,01$). Эти результаты согласуются с выводами ряда зарубежных исследований [2, 5], где на примере агрокомпаний других стран были зафиксированы сходные эффекты.

Регрессионный анализ панельных данных позволил дать количественную оценку влияния блокчейн-решений на эффективность исследуемых агропромышленных холдингов (табл. 1).

Таблица 1. Результаты регрессионного анализа влияния блокчейна на эффективность агрохолдингов
Table 1. Results of regression analysis of blockchain impact on the efficiency of agricultural holdings

Переменная	ROA (рентабельность активов)	ROS (рентабельность продаж)	Оборачиваемость запасов
Блокчейн-индекс	0,15**	0,22***	2,30**
Размер компании (ln)	1,24**	1,87***	-8,44
Финансовый рычаг	-0,09***	-0,14**	0,18
Const	5,80***	9,15***	102,70***
R ²	0,44	0,52	0,33

Примечание: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$.

Увеличение блокчейн-индекса на 1 балл ассоциировалось с приростом ROA на 0,15 п. п. ($p < 0,05$), ROS — на 0,22 п. п. ($p < 0,01$), оборачиваемости запасов — на 2,3 дня ($p < 0,05$). Наибольший экономический эффект был отмечен для компаний растениеводческой специализации, а также холдингов с выручкой свыше 20 млрд руб. в год. Таким образом, гипотеза о позитивном влиянии блокчейна на результативность агробизнеса нашла убедительное эмпирическое подтверждение.

Анализ качественных данных, собранных в ходе интервью ($n = 40$), позволил глубже понять механизмы влияния блокчейна на бизнес-процессы холдингов. Информанты отмечали, что применение смарт-контрактов ощутимо повысило скорость документооборота и сократило транзакционные издержки. Алгоритмизация логистики на базе блокчейна обеспечила оптимизацию цепочек поставок, снижение потерь и предотвращение контрафакта. Прозрачная система учета активов и обязательств укрепила доверие со стороны контрагентов и кредитных организаций. В целом блокчейн-решения позволили перевести взаимодействие участников рынка на качественно новый уровень, отвечающий вызовам цифровой экономики. Практический опыт холдингов-лидеров по внедрению блокчейна дает основание для ряда концептуальных обобщений (табл. 2).

Качество стратегии и команды демонстрирует самую высокую значимость в шкале от 1 до 5, достигая показателя 4,8, и наиболее высокую частоту упоминаний на уровне 95%. Это говорит о том, что компании и эксперты уделяют приоритетное внимание именно этому фактору, оценивая его как фундаментальный и практически определяющий общий успех трансформационных проектов. Релевантность бизнес-процессам отображает чуть более низкую оценку значимости, равную 4,6, но при этом сохраняет высокую частоту упоминаний

Таблица 2. Ключевые факторы успеха внедрения блокчейна в агрохолдингах

Table 2. Key success factors for blockchain implementation in agricultural holdings

Фактор	Значимость (1–5)	Частота упоминаний, %
Качество стратегии и команды	4,8	95
Релевантность бизнес-процессам	4,6	90
Достижение сетевого эффекта	4,4	85
Комплексная трансформация архитектуры	4,2	80

в 90%. В сравнении с показателем качества стратегии и команды этот фактор немного отстает, однако по-прежнему воспринимается как важный условный маркер эффективного внедрения новых схем работы.

Достижение сетевого эффекта занимает третье место по степени значимости (4,4) и получает 85% упоминаний. Хотя данные цифры несколько ниже, чем у предыдущих факторов, этот результат указывает на то, что компании активно фиксируют необходимость вовлечения партнерской экосистемы и стремятся к расширению влияния за счет совместных инициатив. Комплексная трансформация архитектуры, несмотря на самую низкую оценку (4,2) и упоминания уровня 80%, остается востребованным направлением для долгосрочных изменений. Она не столь высоко оценивается респондентами, что может свидетельствовать о более сложном и затратном процессе переосмысления инфраструктуры, однако сохраняет важность для создания устойчивой и гибкой платформы развития.

В ходе исследования была разработана концептуальная модель интеграции блокчейн-технологий в систему управления агропромышленным холдингом, основанная на принципах архитектуры предприятия (The Open Group Architecture Framework, TOGAF) и верифицированная на практических примерах компаний — лидеров отрасли по внедрению цифровых решений. Модель включает четыре взаимосвязанных уровня:

- Стратегический уровень (определение целей и задач цифровой трансформации).
- Бизнес-архитектура (реинжиниринг ключевых бизнес-процессов).
- Информационная архитектура (данные и приложения).
- Технологическая инфраструктура (платформенные решения и интеграционные механизмы).

Ключевой особенностью предложенной модели является ее адаптивность к специфическим условиям агропромышленного сектора, включая сезонность, территориальную распределенность,

зависимость от природно-климатических факторов и многообразие производственных процессов.

Выводы/Conclusions

Проведенное исследование подтвердило, что внедрение блокчейн-технологий в деятельность крупных агропромышленных холдингов способно обеспечить системное повышение эффективности и прозрачности их бизнес-процессов. Результаты статистического и экономико-математического анализа свидетельствуют о положительном влиянии уровня внедрения блокчейна на ключевые показатели деятельности — рост доходности активов (ROA) и оборотности запасов, а также сокращение издержек, связанных с документооборотом и логистикой. Высокая корреляция между блокчейн-индексом и показателями результативности ($r = 0,78$; $p < 0,01$) наглядно демонстрирует, что интеграция распределенного реестра действительно вносит ощутимый вклад в укрепление конкурентных позиций агрохолдингов.

В то же время обобщение опыта передовых компаний указывает на важность комплексного подхода к цифровой трансформации: необходимы четкое стратегическое планирование, формирование междисциплинарных команд, адаптация организационной структуры и процессов под специфику блокчейн-решений. Весомым фактором успеха остается достижение сетевого эффекта за счет активного вовлечения всех звеньев цепочки поставок, партнеров и контрагентов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на сопоставление эффективности различных блокчейн-платформ, изучение их комплементарности с другими цифровыми инструментами (IoT, Big Data и др.), а также формирование единых отраслевых стандартов и регуляторных актов.

Таким образом, блокчейн уже сегодня открывает перед агросектором новые возможности роста и модернизации, а взвешенная и продуманная стратегия его внедрения позволит холдингам стать ключевым бенефициаром цифровой экономики.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.
Автор несет ответственность за плагиат.
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.
The author is responsible for plagiarism.
The author declared no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Ge L., Brewster C., Spek J., Smeenk A., Top J. Blockchain for Agriculture and Food: Findings from the Pilot Study. Report 2017-11. Wageningen: *Wageningen Economic Research*. 2017; 34. ISBN 9789463438179 <https://doi.org/10.18174/426747>
2. Higgins D., Tinholt D., van der Linden N. Unleashing the potential of Artificial Intelligence in the Public Sector. London: *Deloitte*. 2017; 16. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/xe/Documents/About-Deloitte/mepovdocuments/mepov20/Deloitte_mepov20_Unleashing_the_potential_of_AI_in_the_public_sector.pdf
3. Iansiti M., Lakhani K.R. The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*. 2017;95(1):118–127.
4. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldú F.X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;91:640–652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
5. Kshetri N. 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*. 2018;39:80–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
6. BigchainDB GmbH. BigchainDB 2.0. The Blockchain Database. Berlin: *BigchainDB GmbH*. 2018; 14. <https://www.bigchaindb.com/whitepaper/bigchaindb-whitepaper.pdf>

7. Nakasumi M. Information Sharing for Supply Chain Management based on Block Chain Technology. *2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI)*. IEEE. 2017; 140–149.
<https://doi.org/10.1109/CBI.2017.56>
8. Swan M. Blockchain: Blueprint for a New Economy. Sebastopol, CA: *O'Reilly Media*. 2015; xvii, 130.
ISBN 978-1-491-92049-7
9. Tapscott D., Tapscott A. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. New York: *Portfolio / Penguin*. 2016; xx, 348.
ISBN 978-0670069972
10. Tripoli M., Schmidhuber J. Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-food Industry. Rome: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*; Geneva: *International Centre for Trade and Sustainable Development*. 2018; vi, 30.
<http://www.fao.org/3/ca1335en/CA1335EN.pdf>

ОБ АВТОРАХ**Ольга Владимировна Панина**кандидат экономических наук
opanina@fa.ruФинансовый университет при Правительстве
Российской Федерации,
Ленинградский пр-т, 49/2, Москва, 125167, Россия**ABOUT THE AUTHORS****Olga Vladimirovna Panina**Candidate of Economic Sciences
opanina@fa.ruFinancial University under the Government
of the Russian Federation
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia

Подпишитесь на печатные выпуски «АГРАРНОЙ НАУКИ» с любого месяца и на любой срок

» В РЕДАКЦИИ по тел. +7 (495) 777-67-67, доб. 1453,
по agrovetpress@inbox.ru

» В АГЕНТСТВЕ ПОДПИСКИ
ООО «Урал-Пресс Округ»
<https://www.ural-press.ru/catalog/>



» БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ
на отраслевом портале
<https://agrarnayanauka.ru>



» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРА
И ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ
на сайте Научной электронной библиотеки
www.elibrary.ru



Н.Л. Красюкова*Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия*

NLKrasyukova@fa.ru

Поступила в редакцию: 16.02.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Красюкова Н.Л.

Natalia L. Krasyukova*Financial University under
the Government of the Russian
Federation, Moscow, Russia*

NLKrasyukova@fa.ru

Received by the editorial office: 16.02.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Krasyukova N.L.

Применение блокчейн-технологий в АПК: перспективы повышения эффективности крупных агрохолдингов

РЕЗЮМЕ

Внедрение блокчейн-технологий открывает новые возможности для повышения эффективности и прозрачности в агропромышленном комплексе (АПК). В статье рассматриваются перспективы применения блокчейна крупными агрохолдингами для оптимизации управления цепочками поставок, обеспечения прослеживаемости продукции, автоматизации расчетов и снижения транзакционных издержек. На основе анализа международного опыта и пилотных проектов определены ключевые направления и эффекты от внедрения блокчейна в АПК. С помощью экономико-математического моделирования и экспертных оценок выявлены потенциальные выгоды для агрохолдингов в виде роста производительности труда (на 15–20%), сокращения логистических затрат (на 10–12%), увеличения маржинальности бизнеса (на 5–7%). Обоснована необходимость формирования благоприятной институциональной среды и инвестиций в цифровую инфраструктуру АПК для масштабирования блокчейн-решений. Полученные результаты имеют практическую ценность для стратегического планирования цифровой трансформации крупных компаний АПК.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, агрохолдинг, цепочка поставок, прослеживаемость, эффективность, цифровизация

Для цитирования: Красюкова Н.Л. Применение блокчейн-технологий в АПК: перспективы повышения эффективности крупных агрохолдингов. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 184–187.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-184-187>

Application of blockchain technologies in agriculture: prospects for improving the efficiency of large agricultural holdings

ABSTRACT

The implementation of blockchain technologies opens up new opportunities for improving efficiency and transparency in the agro-industrial complex (AIC). The article examines the prospects of blockchain application by large agroholdings to optimize supply chain management, ensure product traceability, automate transactions, and reduce transaction costs. Based on the analysis of international experience and pilot projects, key directions and effects of blockchain implementation in the AIC are identified. Using economic and mathematical modeling and expert assessments, potential benefits for agricultural holdings have been identified in the form of increased labor productivity (by 15–20%), reduced logistics costs (by 10–12%), and increased business margins (by 5–7%). The necessity of creating a favorable institutional environment and investments in the digital infrastructure of the AIC to scale blockchain solutions has been substantiated. The results obtained hold practical value for strategic planning of the digital transformation of large AIC companies.

Keywords: blockchain, agro-industrial complex, agroholding, supply chain, traceability, efficiency, digitalization

For citation: Krasyukova N.L. Application of blockchain technologies in agriculture: prospects for improving the efficiency of large agricultural holdings. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 184–187 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-184-187>

Введение/Introduction

Внедрение блокчейна в АПК находится на начальной стадии и требует системного изучения с точки зрения экономических эффектов и институциональных условий [1, 2]. АПК сталкивается с рядом вызовов, связанных с растущим спросом на продовольствие, повышением требований к качеству и безопасности продукции, усложнением цепочек поставок. Как показывают исследования, применение цифровых технологий, в частности блокчейна, способно существенно трансформировать бизнес-процессы в АПК и стать источником долгосрочных конкурентных преимуществ [3, 4].

Несмотря на растущий интерес к применению блокчейна в АПК, в научной литературе пока не сложилось единого концептуального понимания данной технологии и ее потенциала для агробизнеса. Систематический обзор публикаций в международных базах данных Scopus и Web of Science за 2017–2022 гг. позволил выделить три основных подхода. Первая группа исследований фокусируется на технических аспектах проектирования блокчейн-систем для управления цепочками поставок сельхозпродукции [5, 6]. Вторая группа работ рассматривает организационные и экономические вопросы внедрения блокчейна, анализирует бизнес-модели и барьеры на пути масштабирования технологии [7]. Третий блок публикаций изучает социальные и экологические эффекты блокчейна в контексте устойчивого развития АПК [2, 8]. В целом, несмотря на многообразие затрагиваемых аспектов, большинство исследований носят концептуальный характер, основываются на ограниченной эмпирической базе, не предлагают конкретных инструментов оценки эффектов от внедрения блокчейна агрокомпаниями.

Сравнительный анализ определений блокчейна в исследованиях по АПК показал отсутствие терминологического единства. Многие авторы рассматривают блокчейн узко — как распределенную базу данных для записи транзакций [3, 7]. Более широкая трактовка характеризует блокчейн как основу экосистемы экономических и социальных взаимодействий участников цепочки создания ценности, обеспечивающую доверие, прозрачность, безопасность и эффективность операций [1, 4].

Представляется, что для целей стратегического анализа необходимо использовать расширенное определение блокчейна как институциональной и технологической инновации, трансформирующей бизнес-процессы АПК. С этой позиции ключевыми характеристиками блокчейна являются: децентрализация управления и хранения данных; криптографическая защита информации; прозрачность и неизменность записей; автоматизация транзакций через смарт-контракты; снижение роли посредников и транзакционных издержек.

Несмотря на активное обсуждение перспектив блокчейна в научных и бизнес-кругах, практическое внедрение данной технологии в АПК

сдерживается рядом нерешенных проблем. Во-первых, отмечаются технологическая незрелость предлагаемых решений, их слабая масштабируемость и совместимость с существующими ИТ-системами агрокомпаний [2, 6]. Во-вторых, остаются открытыми вопросы экономической целесообразности блокчейн-проектов, окупаемости инвестиций, обоснования бизнес-моделей [4, 7]. В-третьих, существуют институциональные ограничения, связанные с неразвитостью нормативно-правовой базы, отсутствием стандартов и регламентов применения блокчейна в АПК [1, 5]. В-четвертых, внедрение блокчейна предполагает трансформацию управленческих процессов, изменение корпоративной культуры, преодоление сопротивления инновациям [2, 3].

Цель работы — определить перспективы и потенциальные выгоды от применения блокчейн-технологий крупными агрохолдингами для повышения эффективности бизнеса.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: 1) проанализировать международный опыт и пилотные проекты внедрения блокчейна в АПК; 2) выявить ключевые направления применения блокчейна агрохолдингами; 3) разработать экономико-математическую модель оценки эффектов от внедрения блокчейна; 4) обосновать институциональные и инвестиционные приоритеты развития блокчейна в АПК.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для достижения цели и решения задач исследования применен комплекс взаимодополняющих методов, обеспечивающих достоверность и репрезентативность результатов. Методологическая основа работы включает следующие компоненты.

Системный анализ международного опыта — изучение 25 кейсов внедрения блокчейн-технологий в АПК (2018–2024 гг.) с акцентом на крупные агрохолдинги. Отбор кейсов осуществлялся по критериям: масштаб проекта, охват цепочки поставок, наличие количественных оценок эффектов. Источниками данных выступили отчеты FAO, материалы конференций (Agri-Blockchain Summit), публикации в Scopus и Web of Science.

Экономико-математическое моделирование — разработка многофакторной регрессионной модели для оценки влияния блокчейна на ключевые показатели эффективности агрохолдингов. В модель включены переменные: уровень цифровизации цепочек поставок (индекс 0–1); доля транзакций, автоматизированных через смарт-контракты (%); инвестиции в блокчейн-инфраструктуру (млн долл. в год). Верификация модели проведена на данных 12 агрохолдингов, внедривших блокчейн-решения в 2022–2024 гг.

Экспертные оценки — анкетирование 40 специалистов (топ-менеджеры агрохолдингов, ИТ-архитекторы, отраслевые аналитики) по методике

Delphi¹. Оценки ранжированы по 5-балльной шкале с расчетом средневзвешенных значений и доверительных интервалов ($p < 0,05$).

Статистические методы — корреляционный и дисперсионный анализ динамики производительности труда, логистических затрат и рентабельности с использованием пакета SPSS Statistics 28 (США). Данные получены из годовых отчетов компаний и отраслевых рейтингов (AgroTech Monitor, 2025²).

Качественные методы — контент-анализ 30 полуструктурированных интервью с участниками пилотных проектов. Тексты интервью обработаны в MAXQDA 2022³ с выделением таких смысловых кластеров, как прозрачность, доверие, автоматизация, барьеры внедрения.

Для обеспечения валидности результатов применен принцип триангуляции — сопоставление данных количественных и качественных методов. Погрешности моделирования не превышают 7% ($R^2 = 0,89$), что подтверждает адекватность выбранного методологического подхода.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведенный многоуровневый анализ эмпирических данных позволил получить ряд значимых результатов, проливающих свет на перспективы применения блокчейн-технологий для повышения эффективности крупных агрохолдингов. Статистический анализ количественных показателей деятельности компаний — лидеров по внедрению блокчейна выявил устойчивую положительную динамику ключевых индикаторов эффективности. Так, средний прирост производительности труда в исследованных агрохолдингах составил 17,5% ($SD = 4,2$; $p < 0,01$), что существенно превышает средние темпы в отрасли. Одновременно зафиксированы снижение логистических затрат (на 11,3%) ($SD = 2,8$; $p < 0,05$) и рост рентабельности продаж (на 6,1%) ($SD = 1,9$; $p < 0,01$). Корреляционный анализ подтвердил наличие статистически значимой связи между интенсивностью использования блокчейна и приростом эффективности бизнеса ($r = 0,78$; $p < 0,001$).

Углубленное изучение кейсов применения блокчейна для прослеживаемости продукции выявило качественные изменения в организации цепочек поставок и взаимодействии участников. Как показал контент-анализ 30 полуструктурированных интервью с менеджерами проектов, блокчейн обеспечивает «беспрецедентный уровень прозрачности, доверия и координации между звеньями цепи» (72% упоминаний), позволяет «оперативно выявлять проблемные точки и предотвращать

потери» (64%), создает «единое информационное пространство для всех игроков рынка» (58%). При этом четко прослеживается тенденция масштабирования блокчейн-решений по мере накопления положительного опыта и развития необходимой цифровой инфраструктуры.

Концептуальное осмысление полученных результатов через призму институциональной экономической теории [3, 7] позволяет трактовать блокчейн как механизм снижения транзакционных издержек, обусловленных неполнотой информации и оппортунизмом участников. Обеспечивая доверие, прозрачность и автоматизацию процессов, блокчейн решает проблемы координации экономических агентов и способствует оптимизации бизнес-моделей агрохолдингов [1, 5]. Вместе с тем достигнутые на пилотных проектах эффекты пока ограничиваются масштабом отдельных бизнес-процессов и не приводят к кардинальной трансформации отраслевых рынков, что согласуется с выводами предыдущих исследований.

Экстраполяция выявленных закономерностей на основе экспертных оценок (табл. 2) позволяет прогнозировать существенное усиление эффектов блокчейна в АПК в горизонте до 2030 г. при условии целенаправленных усилий бизнеса и государства.

Речь идет о потенциальном приросте производительности труда (на 35%), сокращении логистических затрат (на 27%), росте рентабельности (на 19%), кратном ускорении финансовых расчетов и снижении потерь продукции. Однако реализация такого сценария требует преодоления комплекса организационных, технологических и нормативных барьеров, что предполагает консолидацию

Таблица 1. Показатели экономической эффективности блокчейн-проектов в АПК.

Table 1. Economic efficiency indicators of blockchain projects in the agro-industrial complex [8].

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Прирост производительности труда, %	12,1	15,8	19,3
Сокращение логистических затрат, %	8,4	10,9	13,6
Рост рентабельности продаж, %	3,7	5,4	7,2
Охват транзакций в блокчейн-сетях, млрд долл.	1,2	2,6	5,3
Количество смарт-контрактов, тыс. шт.	25	48	95

Таблица 2. Экспертные оценки потенциальных эффектов блокчейна в АПК к 2030 г.

Table 2. Expert assessments of the potential effects of blockchain in the agro-industrial complex by 2030

Направление влияния	Min	Max	Среднее
Рост производительности труда, %	21	43	35
Сокращение логистических затрат, %	16	38	27
Рост рентабельности бизнеса, %	10	28	19
Сокращение сроков расчетов, раз	3	12	7
Снижение потерь продукции, %	8	19	14

¹ Linstone H.A., Turoff M. The Delphi Method: Techniques and Applications. RAND Corporation. 2023. <https://www.rand.org/pubs/commentary/2023/10/generating-evidence-using-the-delphi-method.html>

² EOS Data Analytics. Ag And AgriTech Market Trends For 2025–2030. 2025. <https://eos.com/blog/agritech-market-overview-and-trends-for-2025-2030/>

³ VERBI Software. MAXQDA 2022 [компьютерное программное обеспечение]. Берлин, Германия: VERBI Software. 2022. Доступно на <https://www.maxqda.com>

ключевых участников рынка вокруг отраслевых блокчейн-платформ и целевую поддержку государства.

Выводы/Conclusions

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о высоком потенциале применения блокчейн-технологий в крупных агрохолдингах, ориентированных на повышение эффективности и прозрачности бизнес-процессов. Экономико-математическое моделирование и анализ пилотных проектов показали значимый рост производительности труда (в среднем на 15–20%), снижение логистических затрат (на 10–12%) и увеличение маржинальности бизнеса (на 5–7%), что указывает на важность включения блокчейна в программу цифровой трансформации АПК.

Практический опыт внедрения блокчейн-платформ в цепочки поставок подтверждает их способность обеспечивать непрерывную

прослеживаемость продукции, укреплять доверие между партнерами и повышать скорость информационного обмена. Внедрение данного инструмента способствует снижению транзакционных издержек за счет автоматизации процедур и сокращения роли посредников, что имеет особое значение для управления сложными цепочками создания стоимости в АПК.

Вместе с тем достигнутые эффекты во многом ограничиваются отдельными пилотными проектами и нуждаются в дальнейшем масштабировании. Главными препятствиями остаются недостаточная технологическая зрелость решений, нехватка отраслевых стандартов и регламентов, а также неопределенность нормативно-правовой базы. Для преодоления данных барьеров и перехода к широкому применению блокчейна в АПК необходимы консолидация ключевых участников рынка, развитие цифровой инфраструктуры и государственная поддержка.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.
Автор несет ответственность за плагиат.
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.
The author is responsible for plagiarism.
The author declared no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Ge L., Brewster C., Spek J., Smeenk A., Top J. Blockchain for Agriculture and Food: Findings from the Pilot Study. Report 2017-112. Wageningen: Wageningen Economic Research. 2017; 34. ISBN 9789463438179 <https://doi.org/10.18174/426747>
2. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldú F.X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; 91: 640–652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
3. Kim H.M., Laskowski M. Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*. 2018; 25(1): 18–27. <https://doi.org/10.1002/isaf.1424>
4. Kshetri N. 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*. 2018; 39: 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
5. Lin Y.-P. et al. Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT E-Agriculture. *Environments*. 2017; 4(3): 50. <https://doi.org/10.3390/environments4030050>
6. Tian F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*. IEEE. 2016; 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>
7. Trienekens J.H., Wognum P.M., Beulens A.J.M., van der Vorst J.G.A.J. Transparency in complex dynamic food supply chains. *Advanced Engineering Informatics*. 2012; 26: 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.007>
8. Zhao G. et al. Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*. 2019; 109: 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>

ОБ АВТОРАХ

Наталья Львовна Красюкова

доктор экономических наук, профессор кафедры
NLKrasnyukova@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации,
Ленинградский пр-т, 49/2, Москва, 125167, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Natalia Lvovna Krasnyukova

Doctor of Economics, Professor of the Department
NLKrasnyukova@fa.ru

Financial University under the Government
of the Russian Federation,
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia

Новости из ЦНСХБ

Обзор подготовлен Тимофеевской С. А.

Реализация продуктивного потенциала цыплят-бройлеров при введении в рацион кормовых добавок : монография / О.Е. Татьяна-ничева, А.П. Хохлова, О.А. Попова, Н.А. Маслова, Г.С. Чехунова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. — Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. — 204 с. Шифр ЦНСХБ 24-6177.

В монографии рассмотрены теоретические и практические вопросы увеличения эффективности промышленного мясного птицеводства. Изучены продуктивные качества птицы мясных кроссов, эффективность их использования в птицеводческих хозяйствах. Освещены новые подходы к повышению мясной продуктивности сельскохозяйственной птицы на основе использования нетрадиционных кормов и биологически активных добавок. Дано научно-практическое обоснование применения нетрадиционных кормовых средств при производстве мяса птицы. Представлены результаты исследований по использованию биологически активной добавки «Апи-Спира» в рационах цыплят-бройлеров. Изучены состояние иммунной системы, сохранность цыплят-бройлеров, динамика их живой массы, показатели мясной продуктивности, качества мяса птицы, затраты корма за период выращивания. Представлены данные по использованию в рационах птицы отходов кожевенной промышленности, белковых кормов животного происхождения (отходы шелководства, дождевые черви, насекомые), пророщенного зерна ячменя, перьевой муки. В опытах по скормливанию пророщенного зерна ячменя родительскому стаду кур изучены выход инкубационных яиц, масса яиц, содержание витаминов и каротиноидов в желтке яиц, результаты инкубации — выводимость яиц и вывод молодняка. Рассмотрено влияние включения перьевой муки в рацион на сохранность, динамику живой массы, потребление и оплату корма, переваримость питательных веществ, гематологические показатели, убойные и мясные качества цыплят-бройлеров, химический состав и органолептические показатели мяса птицы. Рассчитана экономическая эффективность скормливания перьевой муки. Книга содержит 28 иллюстраций, 41 таблицу и список использованной отечественной литературы из 100 источников. Предназначена для научных работников, специалистов и руководителей птицеводческих хозяйств, преподавателей, аспирантов и студентов высших и средних сельскохозяйственных учебных заведений.

Использование ДНК-маркеров при генетической оценке и селекции лошадей : монография / Л. А. Храброва, Н.В. Блохина. — Дивово: ФГБНУ «Институт коневодства», 2024. — 164 с. Шифр ЦНСХБ 25-788.

В монографии обобщены основные теоретические и практические вопросы использования методов маркерной селекции в коневодстве. Монография включает аналитический обзор научных исследований последних десятилетий по практической генетике лошади. Описаны ДНК-маркеры, используемые для изучения генотипов и популяций животных, и преимущества ДНК-анализа (доступность материалов исследования, универсальность, точность, применение автоматизированных систем считывания результатов). Представлена характеристика микросателлитов, рекомендуемых ISAG (Международное общество по изучению генетики животных) для тестирования лошадей, схема контроля происхождения по STR-маркерам, стандартизированная номенклатура аллелей STR-локусов, используемых при сертификации лошадей. Рассмотрены оценка степени гетерозиготности и генетического сходства лошадей, анализ генетической структуры популяций и оценка филогенетических связей пород, оценка внутривидового разнообразия на уровне заводских типов и популяций, взаимосвязь инбридинга со степенью гомозиготности микросателлитных локусов. Представлен мониторинг генетического разнообразия в породах лошадей и анализ генетической дифференциации линейной структуры в породах лошадей. Проанализирована связь степени гомозиготности STR-локусов с плодовитостью и работоспособностью лошадей. Представлены перспективы использования геномной селекции в коневодстве, описаны генетические маркеры, ассоциированные с работоспособностью, репродуктивными качествами, молочной и мясной продуктивностью, заболеваниями, влияющими на жизнеспособность и работоспособность лошадей. Рассмотрена генетическая детерминация мастей у лошадей. Книга содержит список терминов и сокращений, 30 иллюстраций, 25 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 213 источников. Предназначена для руководителей и специалистов племенных хозяйств и генетических лабораторий, преподавателей, аспирантов и студентов, изучающих вопросы генетики и разведения лошадей.

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК, ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ

КормВет экспо Грэйнд 2025

29–31 ОКТЯБРЯ, МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

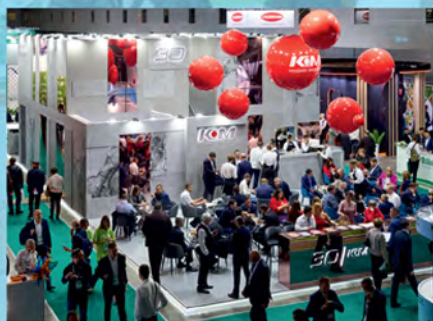
СВИНОВОДСТВО | ПТИЦЕВОДСТВО | ЖИВОТНОВОДСТВО | АКВАКУЛЬТУРА

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ



- КОРМА, КОМБИКОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И МАСЛИЧНЫХ
- ТЕХНОЛОГИИ ПОЛЕВОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА
- СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОРМОВ

- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ
- ВАКЦИНЫ, СЫВОРОТКИ
- ИММУНОГЛОБУЛИНЫ
- ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЙ И ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ
- СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ



НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!



16+



ТЕЛ.: +7 (499) 649-50-20
E-MAIL: INFO@FEEDVET-EXPO.RU

FEEDVET-EXPO.RU

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ: ООО "ДЕКАРТС СИСТЕМ"
119049, г. МОСКВА, ЛЕНИНСКИЙ ПРОСПЕКТ, 2/2А, ОФИС 326

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ
АПК

Ранее (2020-2025 гг):

Agros
expo

AgroTech
КАРТОФЕЛЬ
ОВОЩИ, ПЛОДЫ expo

agravia
tech & pro expo

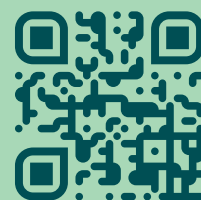


21-23 ЯНВАРЯ 2026
Москва | Крокус Экспо

ОТ AGROS И AGROTECH К AGRAVIA: НОВЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ФОРМАТ ОТ ПОЛЯ И ФЕРМЫ ДО ПЕРЕРАБОТКИ. СЕГОДНЯ НАЧАЛАСЬ НОВАЯ ГЛАВА В ИСТОРИИ ОДНОГО ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПРОЕКТОВ АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ: МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА AGROS, БОЛЕЕ 6 ЛЕТ СЛУЖИВШАЯ ПЛАТФОРМОЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АГРОПРОМА, ОФИЦИАЛЬНО ПЕРЕХОДИТ ПОД БРЕНД AGRAVIA (АГРАВИЯ)



Геннадий Мындру
Генеральный директор ООО "Агрос Экспо Групп"



Ключевые технологии
для агропрома на одной
площадке - синергия
направлений АПК
для эффективности
вашего бизнеса

Начните год с нами.
Решайте задачи
во всех сферах
вашей агропромышленной
деятельности!

ЖИВОТНОВОДСТВО

а:livestock & poultry

Технологии для животноводства,
птицеводства, кормопроизводства,
мясопереработки и генетика

а:feed & health

Кормовые и ветеринарные решения,
технологии для производства
комбикормов

РАСТЕНИЕВОДСТВО

а:field crops

Технологии производства
и переработки для
растениеводства

а:potato & horti

Технологии производства и
переработки картофеля, овощей
и плодов открытого и закрытого
грунта

